

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE BARCELONA
Unidad de Posgrado



ETSAB



**PANELES ESTRUCTURALES DE POLIESTIRENO
EXPANDIDO: ANÁLISIS ENERGÉTICO EN EL CLIMA
TROPICAL- HÚMEDO DE SANTO DOMINGO Y APLICADO A LA
VIVIENDA SOCIAL (CASO SISTEMA EMMEDUE)**

Trabajo final para optar por el título de máster

**TECNOLOGÍA EN LA ARQUITECTURA
CONSTRUCCIÓN ARQUITECTÓNICA - INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

Arq. Kelvin Rafael Méndez Lora

Tutor:

Dr. Arq. Jaume Avellaneda Diez

Barcelona, España, 2014.

AGRADECIMIENTO

Quisiera agradecer a Dios, porque en los momentos de agobios y falta de entusiasmo, a través de la oración, encontraba la paz y la fortaleza para seguir adelante.

Agradecer al Gobierno Dominicano, porque a través del Ministerio de Educación Superior ha creado esta plataforma de becarios y ha sido la garantía económica que me ha ayudado en este proceso.

Agradecer al Arq. Jaume Avellaneda, tutor de este proyecto, su dedicación, orientaciones con interés y entrega inconmensurable impulsaron a que este proyecto tenga el enfoque correcto.

Agradecer a la UPC, que ha sido el escenario para todo esto pueda suceder, han sido dos años de crecimiento y madurez profesional.

Agradecer a mi familia y seres queridos, por el apoyo, hacerse sentir cerca en la distancia es una labor loable

Agradecer a las personas que fueron parte de este proyecto: Arq. Ruelsy Pimentel; MC Arq. Luis Matías Barajas; Ing Iván Pérez (Técnico EMMEDUE Dominicana); Arq. Gilkauris Rojas.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen	xi
Capítulo 1.- INTRODUCCIÓN	
1.1. Introducción	17
1.2. Objetivos	
1.2.1. Objetivo General	18
1.2.2. Objetivos Específicos	19
1.3. Metodología de la Investigación	20
1.4. Estado del Arte	22
Capítulo 2.- CLIMA TROPICAL HÚMEDO DE SANTO DOMINGO, REPÚBLICA DOMINICANA	
2.1. Generales	25
2.2. Clima	26
2.2.1. Precipitaciones y temperatura	27
2.2.2. Radiación Solar	30
2.3. Ciclones Tropicales.	31
2.4. Sismos	38
Capítulo 3.- LA VIVIENDA SOCIAL Y EL SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL	
3.1. Vivienda de Interés Social	45
3.1.1. Entidad Gestora	47
3.1.2. Requisitos para la Solicitud de Vivienda	47
3.2. Sistema Constructivo Tradicional	48
3.2.1. Elementos del Sistema Constructivo Tradicional	49
Capítulo 4.- SISTEMA CONSTRUCTIVO DE PANELES ESTRUCTURALES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	
4.1. Historia / Origen	53
4.2. Virtudes del Sistema EMMEDUE	54
4.3. Descripción del Sistema EMMEDUE	54
4.4. Elementos Componentes	56
4.5. Tipología de Paneles EMMEDUE	57
4.6. Comportamiento al Fuego	66
4.7. Análisis Sismo Resistente	68
4.8. Proceso Constructivo	70
4.9. Detalles Constructivos Generales	77

Capítulo 5.- SIMULACIÓN ENERGÉTICA CON DESIGN BUILDER EN EL MODELO DE VIVIENDA SOCIAL

5.1. Metodología y Herramienta de Simulación Energética	81
5.2. Descripción del Modelo de Vivienda Social	82
5.3. Descripción Constructiva	86
5.4. Situación y Clima	87
5.5. Simulación Energética	88
5.6. Resultados y Análisis de los Ensayos de Confort Térmico	89
5.7. Conclusiones de Ensayos de Confort Térmico	96
5.8. Ensayos de la Eficiencia Térmica de las Cubiertas	98
5.9. Conclusiones de Ensayos de la Eficiencia del Sistema Constructivo	103
Conclusiones Generales	105
Bibliografía	106

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1: PROMEDIO ANUAL DEL CLIMA DE SANTO DOMINGO	28
TABLA 2.2: VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO ANUAL EN SANTO DOMINGO.	29
TABLA 2.3: ÍNDICE DE CALOR, SANTO DOMINGO.....	30
TABLA 2.4: ESCALA DE VIENTO DE HURACANES DE SAFFIR-SIMPSON	31
TABLA 4.1: CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS DE ALGUNOS TIPOS DE MUROS ESTRUCTURALES.....	58
TABLA 4.2: PANEL PARA MURO ESTRUCTURAL: PSME100.....	59
TABLA 4.3: PANEL DOBLE PARA MURO ESTRUCTURAL (PDME).....	60
TABLA 4.4: RESISTENCIA DE PARED SEGÚN EL TIPO DE PANEL UTILIZADO.....	61
TABLA 4.5: ESTRUCTURA DEL PANEL PARA FORJADOS ESTRUCTURALES	63
TABLA 4.6: CARACTERÍSTICAS DEL EPS80.	63
TABLA 4.7: PANEL DE ESCALERA	64
TABLA 4.8: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PANEL DOBLE PARA MURO ESTRUCTURAL.....	65
TABLA 4.9: PRUEBA SÍSMICA EN MESA VIBRADORA DEL MÓDULO DE VIVIENDA	68
TABLA 4.10: PROCESO DE TRABAJOS PRELIMINARES	70
TABLA 4.11: PROCESO DE CIMENTACIÓN	70
TABLA 4.12: PROCESO DE ANCLAJE DE PANELES.....	71
TABLA 4.13: MONTAJE DE PANELES PARA MUROS Y REFUERZOS	72
TABLA 4.14: PROYECTADO DE MORTERO Y REVOCADO DE PANELES PARA MUROS	75
TABLA 4.15: PROCESO DE ACTIVIDADES VARIAS	76
TABLA 5.1: ÁREAS DE LA VIVIENDA SOCIAL, PLANTA 2DO PISO	84
TABLA 5.2: CONDICIONES ATMOSFÉRICOS Y GEOGRÁFICOS PARA EL DISEÑO - 2013	87
TABLA 5.3: CASO 1 - RESULTADOS DE SIMULACIÓN – TEMPERATURA EXTERIOR, INTERIOR Y HUMEDAD RELATIVA.....	89
TABLA 5.4: CASO 1 - RESULTADOS DE SIMULACIÓN – TEMPERATURA EXTERIOR, INTERIOR Y HUMEDAD RELATIVA.....	91
TABLA 5.5: CASO 3 - RESULTADOS DE SIMULACIÓN – TEMPERATURA EXTERIOR, INTERIOR Y HUMEDAD RELATIVA.....	93
TABLA 5.6: CASO 3 - RESULTADOS DE SIMULACIÓN – TEMPERATURA EXTERIOR, INTERIOR Y HUMEDAD RELATIVA.....	94
TABLA 5.7: CASO 2, TEMPERATURAS	100
TABLA 5.8: CASO 2, TEMPERATURAS	102

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1: MAPA DE LA REPÚBLICA DOMINICANA, LÍMITES GEOGRÁFICOS, UBICACIÓN EN LAS ANTILLAS MAYORES, DISTANCIAS.	25
FIGURA 2.2: REPÚBLICA DOMINICANA Y PROVINCIA DE SANTO DOMINGO.....	26
FIGURA 2.3: PRECIPITACIÓN EN LA REPÚBLICA DOMINICA.....	27

FIGURA 2.4: TEMPERATURA ANUAL EN SANTO DOMINGO.....	29
FIGURA 2.5: HORAS DE SOL ANUAL EN SANTO DOMINGO	29
FIGURA 2.6: RADIACIÓN SOLAR GLOBAL- PROMEDIO ANUAL 2013, REPÚBLICA DOMINICANA.	30
FIGURA 2.7: PASILLO DE LOS HURACANES.	33
FIGURA 2.8: EVENTOS CLIMÁTICOS, REPÚBLICA DOMINICANA.....	33
FIGURA 2.9: IMÁGENES DE LA REPÚBLICA DOMINICANA LUEGO DEL HURACÁN SAN ZENÓN.....	35
FIGURA 2.10: IMÁGENES DE LA REPÚBLICA DOMINICANA LUEGO DEL HURACÁN DAVID. .	35
FIGURA 2.11: IMÁGENES DE LA REPÚBLICA DOMINICANA LUEGO DEL HURACÁN GEORGES.	36
FIGURA 2.12: 14 FALLAS SÍSMICAS QUE AFECTAN A LA REPÚBLICA DOMINICANA.....	38
FIGURA 2.13: PRINCIPALES LINEAMIENTOS TECTÓNICOS DE LA HISPANIOLA.	40
FIGURA 2.14: VIVIENDA SOCIAL - TIPO I	45
FIGURA 3.1: BLOQUES DE HORMIGÓN	48
FIGURA 3.2: IMÁGENES DE ZAPATA AISLADA	49
FIGURA 3.3: TABIQUERÍA DE BLOQUES	50
FIGURA 3.4: FORJADO Y CUBIERTAS	50
FIGURA 4.1: TIPOLOGÍA GENERAL DE LOS PANELES ESTRUCTURALES PARA CERRAMIENTO DE MUROS.	55
FIGURA 4.2: DETALLE PSME100, PARA ALTURAS DE MÁS DE 4 Y HASTA 6.....	59
FIGURA 4.3: PANEL FORJADO CON NERVADURA PARA ARMADO DE VIGA PL1	62
FIGURA 4.4: PANEL FORJADO CON DOS NERVADURAS PARA ARMADO DE VIGA PL2	62
FIGURA 4.5: PANEL FORJADO CON TRES NERVADURAS PARA ARMADO DE VIGA PL ₃	63
FIGURA 4.6: ILUSTRACIÓN BLOQUE ESCALERA, (PERU M.)	64
FIGURA 4.7: PANEL E.P.S SIN PROTECCIÓN, FUNDICIÓN INMEDIATA POR IGNICIÓN.....	66
FIGURA 4.8: PANEL E.P.S CON CONCRETO ARMADO, FUNDICIÓN DEL E.P.S Y DESPRENDIMIENTO DEL REVOCO DE HORMIGÓN EXTERIOR.	67
FIGURA 4.9: DETALLES CONSTRUCTIVOS GENERALES.....	77
FIGURA 5.1: ÁREA SELECCIONADA DEL PROYECTO PARA REALIZAR SIMULACIONES CON DESIGN BUILDER.	83
FIGURA 5.2: CASO 1 - RESULTADOS DE SIMULACIÓN – PROTOTIPO CON SISTEMA P.E.P.S., COMPLETAMENTE ABIERTO.....	89
FIGURA 5.3: CASO 2 - RESULTADOS DE SIMULACIÓN – PROTOTIPO CON SISTEMA P.E.P.S., COMPLETAMENTE CERRADO	91
FIGURA 5.4: CASO 3 - RESULTADOS DE SIMULACIÓN - PROTOTIPO CON SISTEMA BLOQUES DE HORMIGÓN, COMPLETAMENTE ABIERTO	92
FIGURA 5.5: CASO 4 - RESULTADOS DE SIMULACIÓN – TEMPERATURA & GANANCIA DE CALOR.....	94
FIGURA 5.6: CASO 3. SISTEMA P.E.P.S., CUBIERTA, HABITACIÓN OESTE, 21 DE JUNIO	99
FIGURA 5.7: CASO 4. SISTEMA P.E.P.S., CUBIERTA, HABITACIÓN OESTE, 21 DE JUNIO	101

RESUMEN

El sistema constructivo de paneles estructurales de poliestireno expandido (Sistema P.E.P.S) es una tecnología con más de 30 años de experiencia a nivel mundial en el sector de la construcción. En República Dominicana se ha posicionado como una alternativa con diversos proyectos de viviendas, comerciales y otros gubernamentales como hospitales y escuelas. Es un sistema industrial con cualidades constructivas, estructurales, sísmicas, acústicas y térmicas.

Para el desarrollo de la investigación se ha realizado un análisis global de los componentes que conforman el sistema constructivo P.E.P.S. Dentro de estos componentes se destacó la “Eficiencia térmica”, y a través de este ámbito se ha estudiado su comportamiento en la vivienda de interés social que gestiona el Instituto Nacional de la Vivienda (INVI) en la Republica Dominicana.

Los ensayos realizados al prototipo consistieron en evaluaciones de confort térmico, a través, de simulaciones utilizando el programa Design Builder. Se realizaron dos tipos de evaluaciones: El primero, fue un análisis general de confort térmico al prototipo de vivienda social, en donde en un escenario se usó el sistema P.E.P.S como tecnología constructiva, y en el segundo, el sistema constructivo tradicional de bloques de hormigón, que es actualmente utilizado para este tipo de construcciones sociales, para comparar ambos sistema y determinar cuál es más óptimo. La segunda evaluación consistió en un análisis, a través de simulaciones detalladas sobre la cubierta.

Para las simulaciones se situó el modelo en el Distrito Nacional de la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana, denominado por ASHRAE con un clima “muy caliente y húmeda”, temperatura máxima media de 25.4°C y una humedad relativa anual de 78%; es vulnerable a ciclones tropicales, cada año ocurren eventos, y posee niveles de precipitación de 1410 milímetros media anual.

La investigación determinó que el sistema de paneles estructurales de poliestireno expandido tiene mejores comportamiento térmicos que el sistema de bloques de hormigón, y además, el sistema P.E.P.S en el caso 1, alcanzó niveles de temperatura que lo posicionan entre el grupo estudiado como el más óptimo.

Palabras claves: Sistema P.E.P.S, confort térmico, ventilación natural, Design Builder, sistema tradicional, República Dominicana

CAP.- I

- 1.1 INTRODUCCIÓN
- 1.2 OBJETIVOS
- 1.3 METODOLOGÍA
- 1.4 ANTECEDENTES

1.1 INTRODUCCIÓN

La República Dominicana es un país en vía de desarrollo, que cada día abre sus necesidades al mundo. Esta realidad de los países en expansión conlleva a recibir servicios y avances tecnológicos de todo tipo. El sector y el mercado de las tecnologías constructiva ha sido uno de los ámbitos en donde esta realidad ha sido más tangible. Dadas esas circunstancias, es una necesidad prioritaria para el país que las nuevas tecnologías que se utilizan en el mercado de la construcción tengan un eficiente comportamiento energético.

La isla per se experimenta condiciones ambientales que le confiere un carácter espacial. Durante todo el año se experimentan cambios climáticos que ponen en riesgos la apreciación de un ambiente en confort, por tal razón, es importante que las tecnologías contribuyan a optimizar las necesidades de confort térmico del individuo.

El confort térmico es un estado favorable en donde las personas pueden realizar cualquier actividad acorde al hábitat sin experimentar sensaciones de calor ni frío, para alcanzar este estado las condiciones de temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del viento tienen que ser las adecuadas.

Otros de los ámbitos a estudiar en esta investigación será la vivienda de interés social, como desde la perspectiva de la utilización de un sistema constructivo industrial mejora las condiciones del confort térmico, y por ende, las condiciones cualitativas del hábitat.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Realizar una evaluación del sistema constructivo de paneles estructurales de poliestireno expandido (Sistema P.E.P.S) y determinar su adaptabilidad en el modelo de vivienda de interés social de la República Dominicana

1.2.2 Objetivos específicos

1. Evaluar si las características térmicas del sistema P.E.P.S mejoran las condiciones de confort térmico del modelo de vivienda actual, bajo las condiciones climáticas de Republica Dominicana.
2. Comparar el sistema de paneles estructurales de poliestireno expandido con el sistema de construcción tradicional y determinar diferenciaciones.
3. Establecer parámetros mínimos de confort térmico para una política de vivienda social en la República Dominicana.
4. Valorar la posibilidad de un cambio de sistema constructivo que mejore la calidad de la vivienda social.

1.3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación que se está realizando es un proyecto de desarrollo tecnológico y para cumplir sus objetivos se ha utilizado como metodología la recopilación de información, a través de diversas documentaciones bibliográficas, y la elaboración de simulaciones utilizando el programa Design Builder, podríamos destacar:

- Documentaciones técnicas como: Las DIT del IETcc; memorias técnicas del sistema portante EMMEDUE, videos de ensayos sísmicos del sistema P.E.P.S.
- Información de Internet, entrevistas en periódicos digitales,
- Documentación gráfica: planos arquitectónicos del modelo de vivienda social
- Ensayos de comportamiento energético usando el programa Design Builder

Para el desarrollo de estos ensayos, se realizaron dos tipos de simulaciones:

1. Simulación de confort térmico en la vivienda social, realizando evaluaciones en dos ámbito: Una usando como sistema constructivo el sistema de paneles estructurales de poliestireno expandido (Sistema P.E.P.S.) y el otro usando el sistema tradicional de bloques de hormigón.
2. Simulación en los cerramientos de ambos sistemas para medir el comportamiento térmico de sus superficies.

El programa Design Builder para su funcionamiento utiliza la plantilla climática del sitio donde se emplaza el modelo, utiliza información de las características de los sistemas constructivos y también hay que definir el tipo de actividad que se realiza en el modelo estudiado.

Para el ensayo de confort térmico, consiste en simulaciones de un grupo de casos: Caso 1.- El sistema P.E.P.S., en un periodo anual, en el clima de Santo Domingo, con las aperturas abiertas; Caso 2.- El sistema P.E.P.S., en un periodo anual, en el clima de Santo Domingo, con las aperturas cerradas; el Caso 3 & Caso 4 son idénticos al Caso 1 & 2, pero con el sistema tradicional de bloques de hormigón como cerramientos.

El hecho de que las aperturas se alternen entre abiertas y cerradas supuso en las simulaciones cambios en el comportamiento de la temperatura interior.

El segundo tipo de ensayo, consiste en realizar simulaciones en la cubierta de la habitación oeste de ambos sistemas, se quiso idealizar las condiciones más extremas para probarlos, por eso, también se tomó como fecha el 21 de junio porque es el día en donde la temperatura exterior está más alta. Estos ensayos se realizaron en un periodo de horas para ver el funcionamiento durante el día.

1.4 ESTADO DEL ARTE

1. Documentos Idoneidad Técnica (DIT) n° 431 (2003) y DIT n° 431AR (2008), DIT n° 431 R/13 (2013) sobre el sistema portante EMMEDUE de paneles de hormigón armado con núcleo de E.P.S. Es una apreciación técnica favorable por parte del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. El estudio muestra y evalúa las modificaciones positivas del producto en conformidad con el Código Técnico de la Edificación CTE, Instrucción del hormigón estructural (EHE), y la Norma de Construcción Sismorresistente (NCSR-02).
2. Trabajo de Máster en Edificación de Rocío Hornero Pérez (Abril 2013) en la Universidad Politécnica de Catalunya, EPSEB, la investigación consistió en un estudio de la ventilación natural y el confort térmico en el prototipo LOW diseñado por la ETSAV para el concurso Solar Decathlon Europe 2010. Se realizaron diferentes tipos de simulaciones con el Design Builder y su módulo CFD (Mecánica de fluidos computacional) donde estudiaban los resultados de temperaturas operativas y confort en diferentes momentos del día, con diferentes orientaciones y con el prototipo con aberturas cerradas y abiertas. La investigación concluyó que orientación óptima del prototipo es la Sur.

3. Evaluación Sismo Resistente del Sistema constructivo “M2” (Marzo 2009), ejecutado por el Laboratorio de estructuras, departamento de ingeniería Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) y solicitado por la empresa EMMEDUE (PANECONS S.A., PERÚ), la evaluación consistió en una prueba sísmica en mesa vibradora en un modelo de dos pisos con aperturas de puertas y ventanas. Se realizan 4 fases: leve, moderada, gran intensidad, sismo catastrófico. El resultado fue satisfactorio resultando un modelo muy estable, solo se vieron fisuras superficiales y un desplazamiento de 14 cm.
4. El trabajo especial de grado para optar al título de especialización en construcción de obras civiles de Sailka Duran (2004) en la URU Maracaibo Venezuela, Sobre una comparación de los sistemas constructivos Vipanel, EMMEDUE (M2) y Sidepanel (Sistemas que trabajan con paneles aligerados) y cuál de ellos se adapta mejor a las condiciones sociales y económicas del estado de Zulia, Venezuela. El estudio tiene la certeza que los composite aligerados son positivo para la construcción en Venezuela. La confrontación presenta que los 3 sistemas se componen de los mismos elementos, aunque presentan cada uno cierta ventaja sobre el otro. El sistema EMMEDUE resulto como más adecuado en el campo constructivo de la Zulia, Venezuela, pero hay que decir que las diferencias con los otros sistemas es mínima, considerando que todos pueden ser implementados.

CAP.- II

CLIMA TROPICAL HÚMEDO DE SANTO DOMINGO, REPÚBLICA DOMINICANA

2.1. GENERALES

2.2. CLIMA

2.3. CICLONES TROPICALES

2.4. SISMOS

2.1 GENERALES

En 1492 una expedición Española liderada por Cristóbal Colón y con el auspicio de la Reina Isabel I descubrió la isla nombrada por ellos como "La Hispaniola" (La Española), primer asentamiento Europeo en América.

La isla está ubicada 17° 36' - 19° 58' latitud norte, 68° 19' - 72° 01' longitud oeste y una elevación de 46 pie. Estas coordenadas geográficas la sitúan en el archipiélago de las Antillas mayores, es la segunda de mayor extensión territorial de las Antillas después de Cuba, y se encuentra conformada por dos naciones, la República Dominicana y la República de Haití.

La isla posee un área territorial total de 76,480 km², de lo cual la República Dominicana posee un área de 48,730 km² (*Tierra: 48,380 km², Agua: 350 km²*), aproximadamente el 63% de la isla.

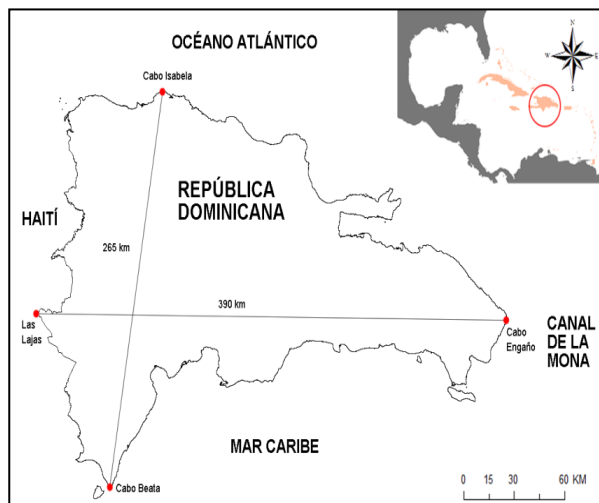


Figura 2.1: Mapa de la República Dominicana, límites geográficos, ubicación en las Antillas Mayores, distancias.

Fuente: Imagen elaborada con información disponible en <

<http://mipais.imarcano.com/geografia/index.html>>

La República Dominicana tiene una dimensión máxima de 390 km desde el este con cabo Engaño y el oeste con Las Lajas, y una anchura máxima de 265 km norte-sur desde Cabo Isabela hasta Cabo Beata. Al norte limitada con el Océano Atlántico, al sur con el mar Caribe, al este con el Canal de la Mona y al Oeste con la Frontera de Haití.

En el 7mo Boletín del IX Censo Nacional de Población y Vivienda, el país cuenta con una población aproximada de 9, 378,818 habitantes, de los cuales 4, 739,038 son hombres y 4, 706,243 mujeres, con una tasa anual de crecimiento de 1.21. (Oficina Nacional de Estadística, 2010)

2.2 CLIMA

Aspectos geográficos de la ciudad de Santo Domingo

La ciudad de Santo Domingo cuenta con un sinnúmero de aspectos atmosféricos y geográficos que definen desde la perspectiva climática el perfil de la ciudad.

Dentro de las condiciones climáticas que vamos a identificar están:



Figura 2.2: República Dominicana y Provincia de Santo Domingo.

La clasificación climática (Köppen), la temperatura máxima y mínima de bulbo seco (°F), temperatura de bulbo húmedo a partir del bulbo seco máximo (°F), temperatura nocturna mínima de diseño (°F), la latitud (°), longitud (°) y elevación (ft), presión atmosférica (InHg), La radiación solar (KWh/m²), humedad relativa (%), dirección (°) y velocidad del viento (ft/min)

2.2.1 Precipitaciones y temperatura:

De acuerdo a la clasificación climática de Köppen, el clima de la ciudad de Santo Domingo entra en la categoría de “AM” que corresponde a los climas denominado Monzónico, que no es más que un clima tropical de bosque con lluvias abundantes. En República Dominicana existen tres temporadas de lluvias: Temporada frontal (Noviembre – Abril), temporada convectiva (mayo-julio) y temporada ciclónica (agosto-octubre). Las épocas que más registran actividad lluviosa son la correspondientes a mayo – octubre con el mes de mayo con **188 mm³**; y la de menor son la de noviembre – abril con el mes de marzo con **54 mm³**.

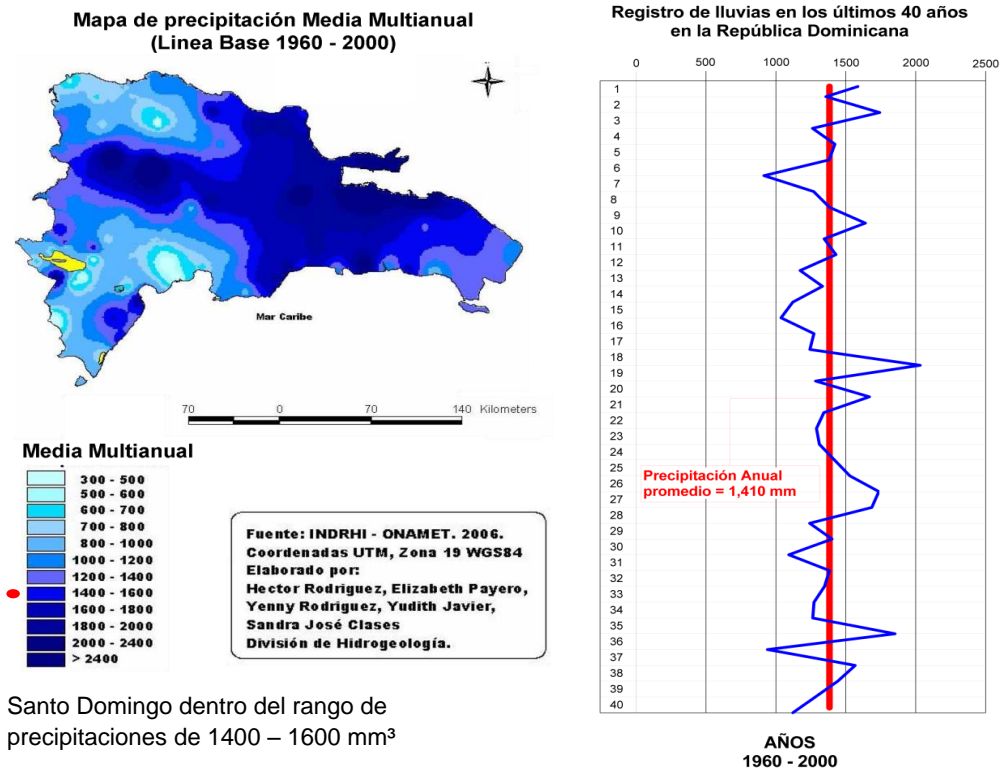


Figura 2.3: Precipitación en la República Dominicana.

Fuente: Disponible en <http://www.dominicanaonline.org/porta1/espanol/cpo_clima3.asp>

La ciudad en los últimos 40 años (1960 – 2000) se han registrado precipitación promedio anual de 1,410 mm³ y según la Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET) en el 2012 se registraron datos de 1521 mm³.

La ciudad de Santo Domingo mantiene en promedio anual una temperatura máxima de 89 °F (31°C) y una temperatura mínima de 72 °F (22°C). De Enero a Febrero se experimentan los meses más fríos; y de Junio a Octubre los meses más calurosos, a pesar de las altas temperaturas, la ciudad por sus características geográficas se beneficia de los vientos alisios, ayudan a mitigar el calor y la humedad durante todo el año. Los vientos predominantes en Santo Domingo provienen del norte (°0), y aunque por motivos de algún evento atmosféricos la velocidad de la temperatura es variante el promedio es de 411.02 ft/min. (2.09 m/s).

Tabla 2.1: Promedio Anual del Clima de Santo Domingo

Fuente: Elaboración Propia con información de ONAMET

	Temperatura Máximo	Temperatura Mínimo	Temperatura del Agua	Horas de Sol	Probabilidad de Lluvia	Precipitación	Humedad Relativa	Presión Atmosférica
	°C	°C	°C					
Ene	30	20	27	8	35%	62	83%	30.15
Feb	30	20	26	8	32%	56	82%	30.09
Mar	31	21	25	8	23%	54	81%	32.66
Abr	31	22	26	8	31%	71	79%	30.06
May	31	23	27	8	36%	188	82%	30.06
Jun	32	23	27	9	38%	138	83%	30.09
Jul	32	23	27	7	39%	145	82%	30.09
Ago	32	24	28	8	37%	170	83%	30.06
Sep	32	24	28	6	47%	175	84%	29.99
Oct	32	23	29	7	43%	180	85%	30.00
Nov	31	22	28	8	31%	90	83%	30.00
Dic	31	21	27	7	42%	81	84%	30.12
Promedio Anual	31	22	27	8	36%	1410	83%	30.28

Valores mayores resaltados
Valores menores resaltados

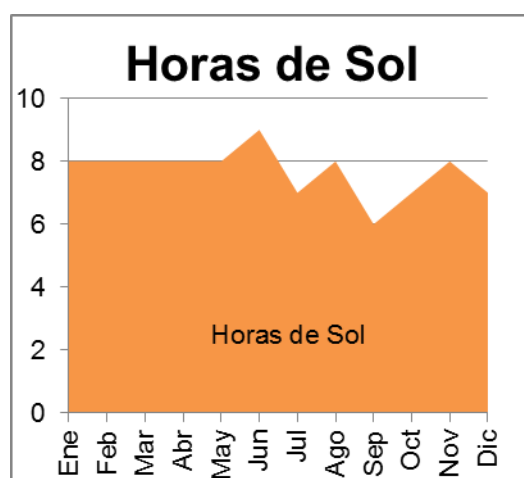
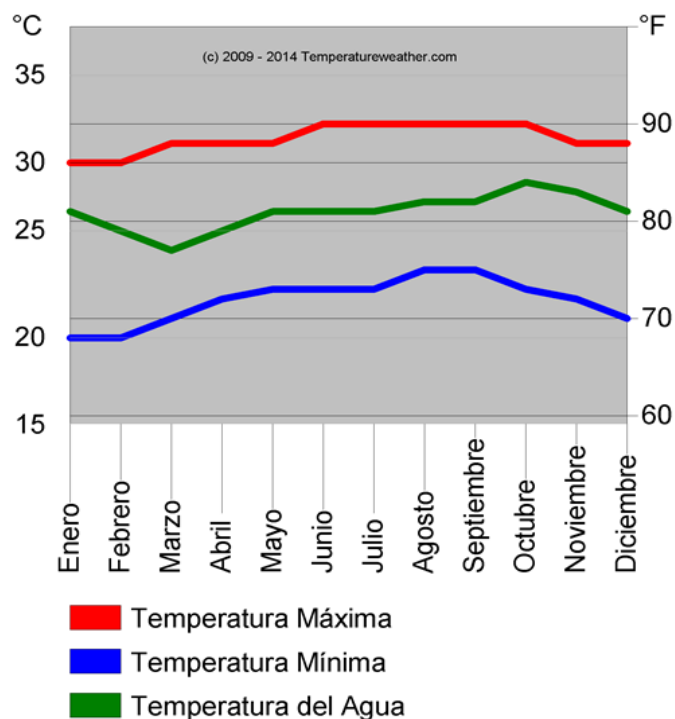
Tabla 2.2: Velocidad y Dirección del Viento Anual en Santo Domingo.

Figura 2.4: Temperatura Anual en Santo Domingo

Figura 2.5: Horas de Sol Anual en Santo Domingo

Fuente: Elaboración Propia con información de ONAMET

MESES	Velocidad del viento (m/s)	Dirección del viento (°)
ENE	1.97	Norte
FEB	2.17	Norte
MAR	2.44	Norte
ABR	2.39	Norte
MAY	2.00	Norte
JUN	1.81	Norte
JUL	2.03	Norte
AGO	2.28	Norte
SEPT	2.03	Norte
OCT	1.72	Norte
NOV	2.11	Norte
DIC	2.11	Norte



2.2.2 Radición Solar

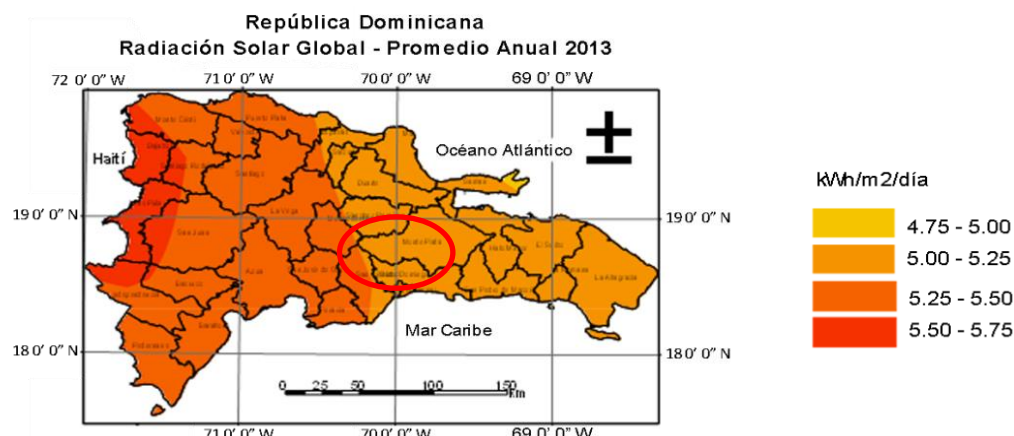
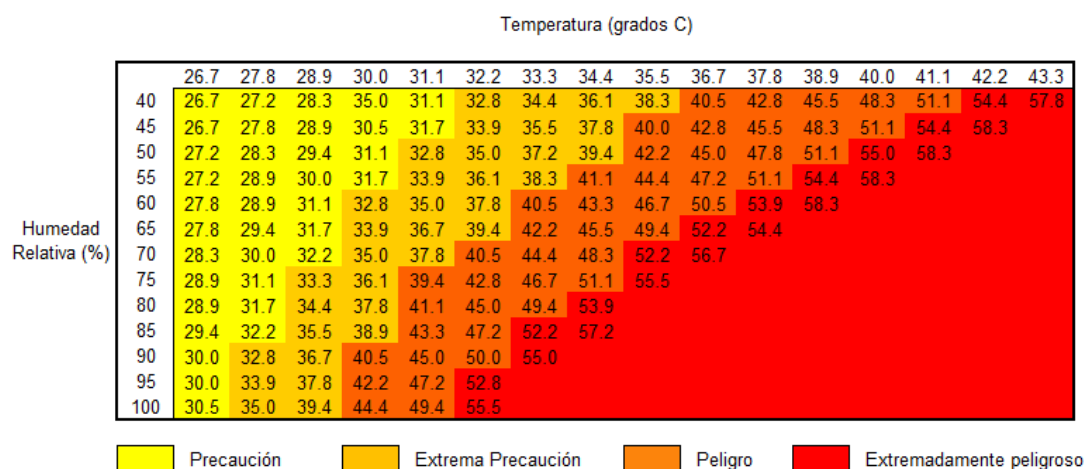


Figura 2.6: Radiación Solar Global- Promedio Anual 2013, República Dominicana.

En la Figura 2.6 se percibe el resultado de un estudio realizado con el programa SWERA e información provista por 26 estaciones meteorológicas, donde la República Dominicana tiene un potencial de radiación solar que oscila aproximadamente los 5.0 y 6.0 kWh/m² anual, con un gradiente que va desde la zona oriental hasta la zona occidental del país. Concretamente en la ciudad de Santo Domingo tiene un promedio anual de 4.61kWh/m² como podemos observar en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3: Índice de Calor, Santo Domingo.

Fuente: Tabla elaborada con información del Servicio Meteorológico Nacional de la NOAA



Servicio Meteorológico Nacional de la NOAA
Índice de Calor

2.3 CICLONES TROPICALES

La temporada anual de huracanes en el océano Atlántico inicia a partir del 1 de Junio y se extiende hasta finales del mes de noviembre, trayendo consigo una combinación de vientos poderosos, oleaje y lluvias torrenciales que afectan de alguna manera las condiciones oceano atmosféricas.

Los **ciclones tropicales** son sistemas de baja presión con actividad lluviosa y eléctrica cuyos vientos rotan anti-horario en el hemisferio Norte. Tienen la particularidad se alimentan de mecanismos de calor, convirtiéndose en sistemas tormentoso de núcleo cálido.

De acuerdo al National Weather Service, 2013^a los ciclones tropicales están clasificados como:

- **Depresión tropical:** es un ciclón tropical en donde los vientos son menores o igual a 62 km/h.

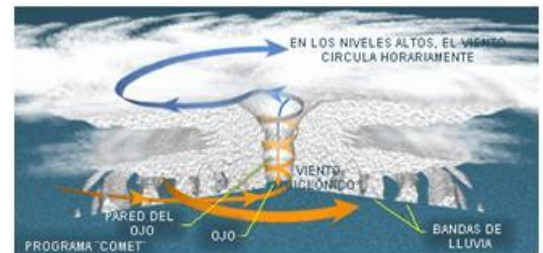
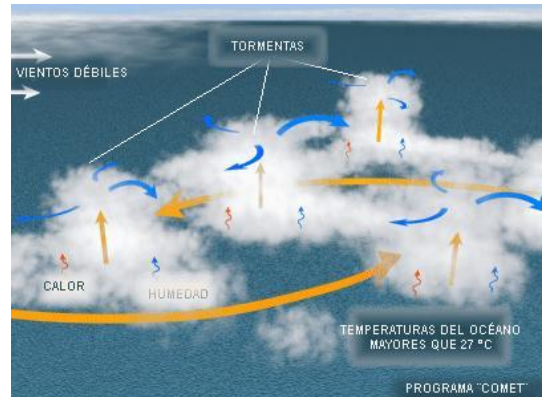


Tabla 2.4: Escala de Viento de Huracanes de Saffir-Simpson

Escala de viento de huracanes de Saffir-Simpson	
Categoría	Las velocidades del viento
Cinco	≥ 70 m / s , ≥ 137 nudos ≥ 157 mph, ≥ 252 kmh
Cuatro	58-70 m / seg, 113 a 136 nudos 130 a 156 mph, 209 a 251 km / h
Tres	50-58 m / s, nudos 96-112 111-129 mph, 178 a 208 km / h
Dos	43-49 m / seg, 83-95 nudos 96-110 mph, 154-177 km / h
Uno	33-42 m / seg, 64-82 nudos 74-95 mph, 119-153 km / h
Clasificaciones adicionales	
Tropical tormenta	18-32 m / s, 35 a 63 nudos 39-73 mph, 63 a 118 km / h
Tropical depresión	<17 m / s, <34 nudos <38 mph, <62 kmh

- **Tormenta tropical:** es un ciclón tropical en donde los vientos alcanzan velocidad de 63 a 117 km/h.
- **Huracán:** es un ciclón tropical con vientos que exceden los 118 km/h o mayor intensidad.
- **Huracán Mayor:** es un ciclón tropical con vientos que exceden los 179 km/h o mayor, y corresponden a la categoría de 3, 4 o 5 de la Saffi-Simpson Hurricane Wind Scale.

La República Dominicana, se encuentra ubicada en la zona conocida como “El pasillo de los huracanes” ilustrada en la Figura 2.7, llamada así por el hecho de que la mayoría de los huracanes del Atlántico Norte se generan y/o circulan por esta zona, principalmente en el periodo denominado “época de huracanes” que comprende desde Junio hasta Noviembre.

Los mapas de la Figura 2.7 que se muestran a continuación ilustran cómo las áreas de formación de ciclones tropicales en la cuenca del Atlántico son función del mes del año. Las flechas indican las trayectorias predominantes. Las probabilidades (baja, media, alta) de formación de un ciclón tropical (depresión tropical, tormenta tropical, huracán) en el área del color correspondiente se muestran en la esquina superior derecha. Los huracanes pueden formarse en cualquier parte de la trayectoria predominante o dentro de las áreas coloreadas. (Imágenes adaptadas de NOAA)

PANELES ESTRUCTURALES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO:

Análisis energético en el clima tropical húmedo de Santo Domingo y aplicado a la vivienda social "Caso Sistema EMMEDUE"

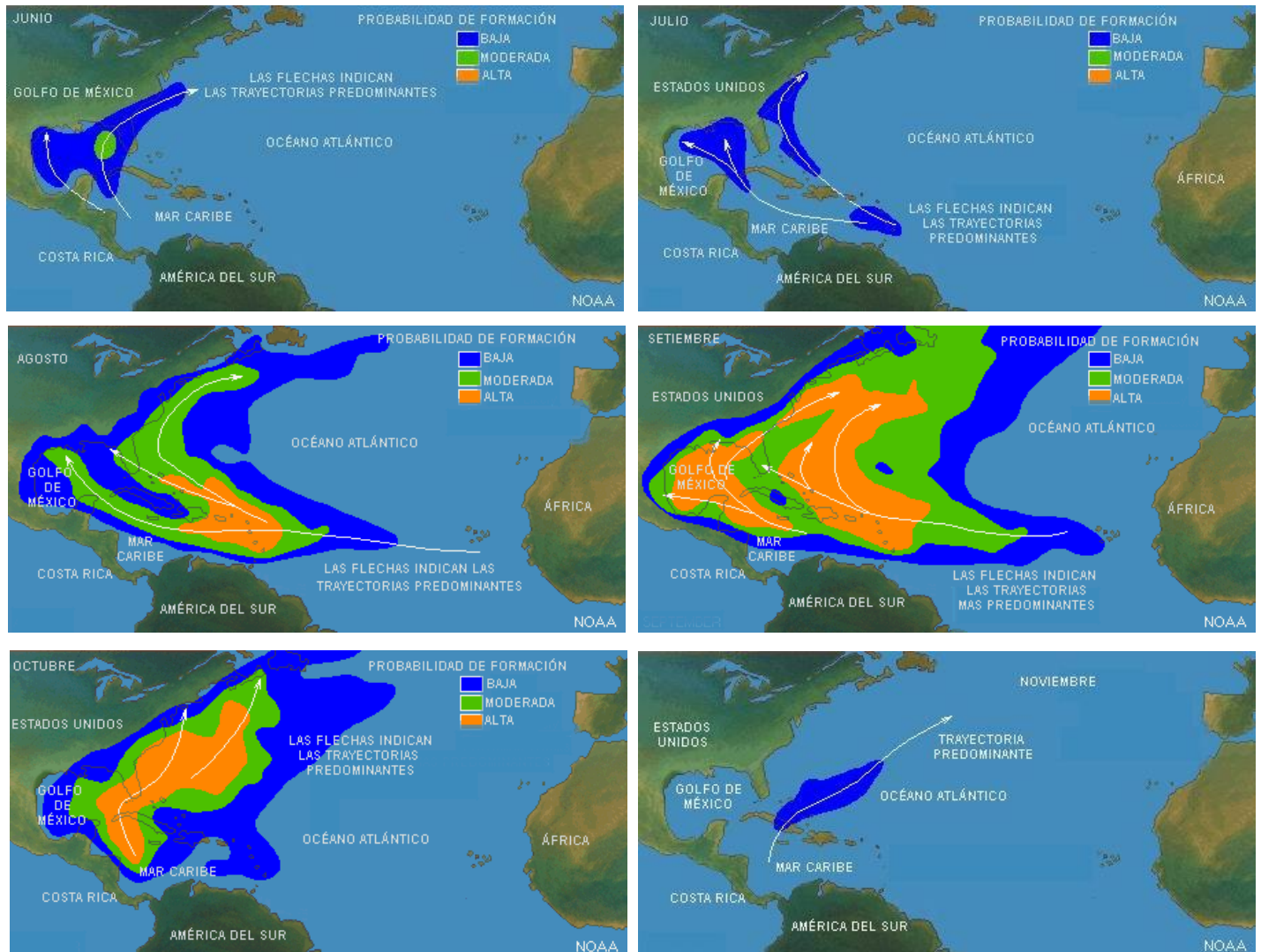


Figura 2.7: Pasillo de los Huracanes.

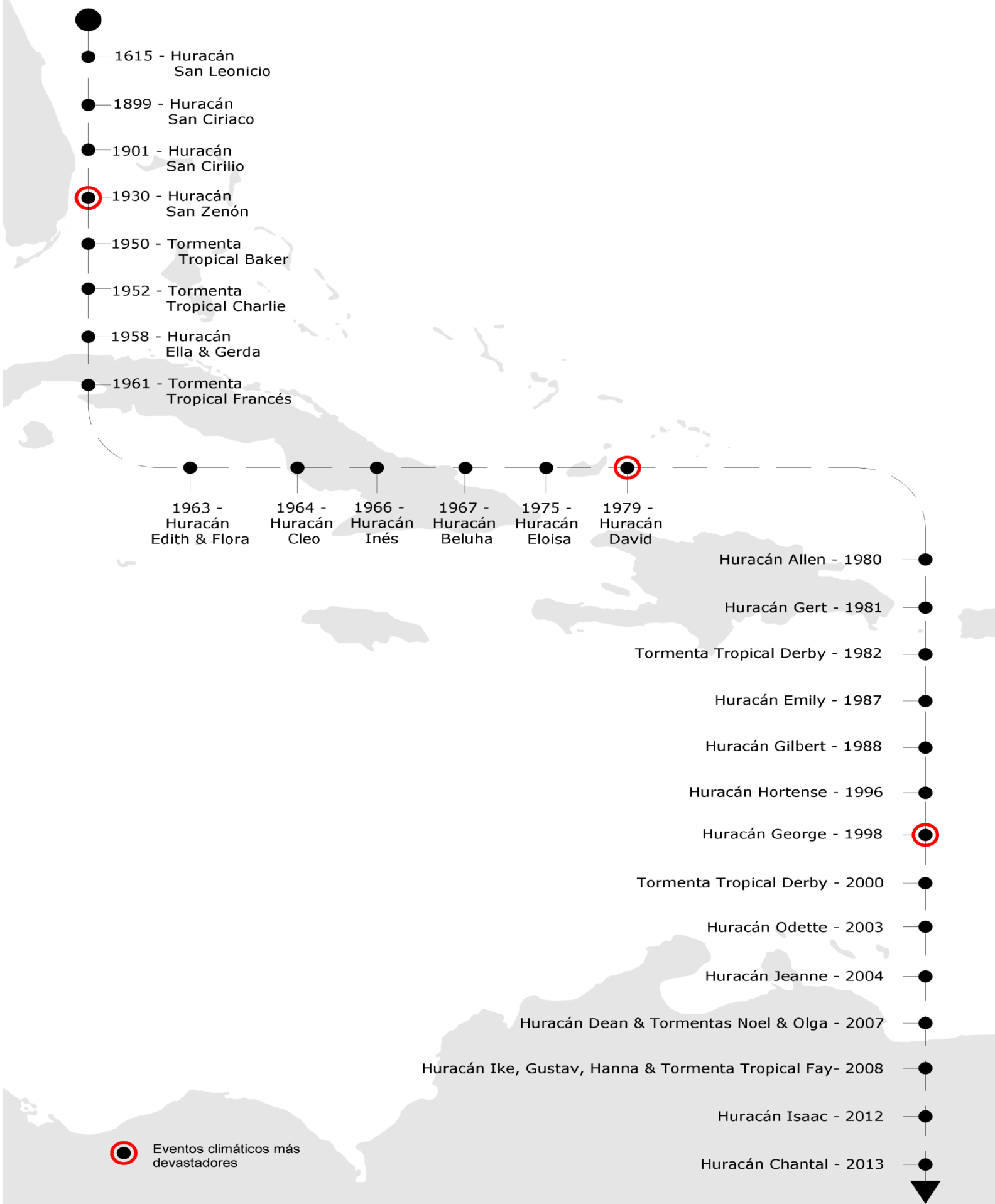
Fuente: Disponible en

Figura 2.8: Eventos Climáticos, República Dominicana

Fuente: Disponible en < <http://www.dominican-republic-live.com/dominican-republic/weather/hurricane-history-dominican-republic.html> >

Eventos climáticos

REPÚBLICA DOMINICANA



Fichas de huracanes y/o tormentas tropicales más devastadoras

HURACÁN SAN ZENÓN (1930)

"Quinto más letal de huracanes del Atlántico de la historia"



Categoría:	4
Formado:	29/8/1930
Disipado:	17/9/1930
Impacto RD:	3/9/1930
Fatalidades:	2,000 - 8,000 personas
Daños:	USD\$ 15 - 50 millones
Baja presión:	27.55 inHg
Vientos:	150 – 200 mph

Consecuencias Inmediatas:

- Tres barrios enteros de la ciudad fueron destruidos casi por completo: Villa Francisca, Ciudad Nueva y Villa Duarte
- Falta de alimentos
- Se produjo gran número de robos.
- Las comunicaciones en el interior de la ciudad quedaron derribadas



Figura 2.9: Imágenes de la República Dominicana luego del huracán San Zenón.

Fuente: Disponible en <http://en.wikipedia.org/wiki/1930_Dominican_Republic_hurricane>

HURACÁN DAVID (1979)



Categoría:	5
Formado:	25/8/1979
Disipado:	8/9/1979
Impacto RD:	31/8/1979
Fatalidades:	2,400 personas
Daños:	USD\$ 1,540 millones
Baja presión:	27.28 inHg
Vientos:	175 mph

Consecuencias Inmediatas:

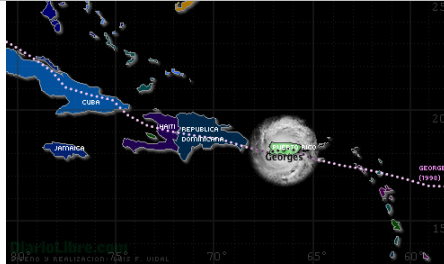
- Daños grave al Acueducto Santo Domingo
- Daños grave al sistema telefonico
- Destrucción de la estructura vial, y puentes
- Caída de las exportaciones de productos agrícolas
- Parques industriales quedaron destruidos
- Un mes sin servicios eléctricos
- La tormenta Federico: Azotó al país 6 días después agravando la situación causando inundaciones, pérdida de plantaciones agrícola, muerte de reses y aves de corral



Figura 2.10: Imágenes de la República Dominicana luego del huracán David.

Fuente: Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Hurac%C3%A1n_David>

HURACÁN GEORGES (1998)



Categoría:	4
Formado:	15/9/1998
Disipado:	01/10/1998
Impacto Rep. Dominicana:	22/9/1998
Fatalidades:	283 personas
Daños:	USD\$ 2,200 millones
Baja presión:	27.67 inHg
Vientos:	155 mph

Consecuencias Inmediatas:

- 85,420 personas refugiadas
- 64 desaparecidos
- 595 heridos
- Destrucción de viviendas en las zonas urbanas y rurales
- Destrucción de ecosistemas
- Daños de Infraestructuras eléctricas e infraestructuras de servicios
- Inundaciones causaron daños en el suministro de agua potable
- Daños serios en las infraestructuras viales (puentes, calles, caminos vecinales)



Figura 2.11: Imágenes de la República Dominicana luego del huracán Georges.

Fuente: Disponible en < http://es.wikipedia.org/wiki/Hurac%C3%A1n_Georges>

En la República Dominicana estos tres eventos han destacado por ser los más devastadores, pero hay que resaltar que cada una de las 28 experiencias registradas hasta el momento han causado al país pérdidas cuantiosas en cada ámbito, ya sea, con fatalidades, perdidas de infraestructuras físicas; inundaciones que desequilibra los ecosistemas o la ganaderías y la agricultura; o nos enseña las vulnerabilidades de nuestras infraestructuras y las carencias que tiene el país en materia de prevención y gestión de riesgos.

Los eventos San Zenón, David y Georges han acontecido en épocas muy diferentes y los resultados han sido lesiones aprendidas valiosas, el primero se caracteriza por una destrucción de infraestructura voraz, el segundo además de los danos de infraestructuras, las grandes inundaciones, y el tercero y más actual aparte de los daños, revela la falta de institucionalidad en el país y la carencia de gestión de situaciones extremas.

Otro matiz, es la experiencia del Huracán Inés, azota al país, pero donde tiene mayor repercusión es en el empobrecido país de Haití, convirtiéndose en el huracán más desastroso hasta la historia. Esto trae como consecuencias una alta migración, emergencias de enfermedades, desequilibrio en nuestra institucionalidad, entre otros.

2.4. SISMOS

(Sismología Dominicana)

Un sismo o Terremoto es una sacudida del terreno que se produce debido al choque de las placas tectónicas y a la liberación de energía en el curso de una reorganización brusca de materiales de la corteza terrestre al superar el estado de equilibrio mecánico.

En la siguiente gráfica podemos observar un total de 14 fallas sísmicas que afectan la isla "La Hispaniola".

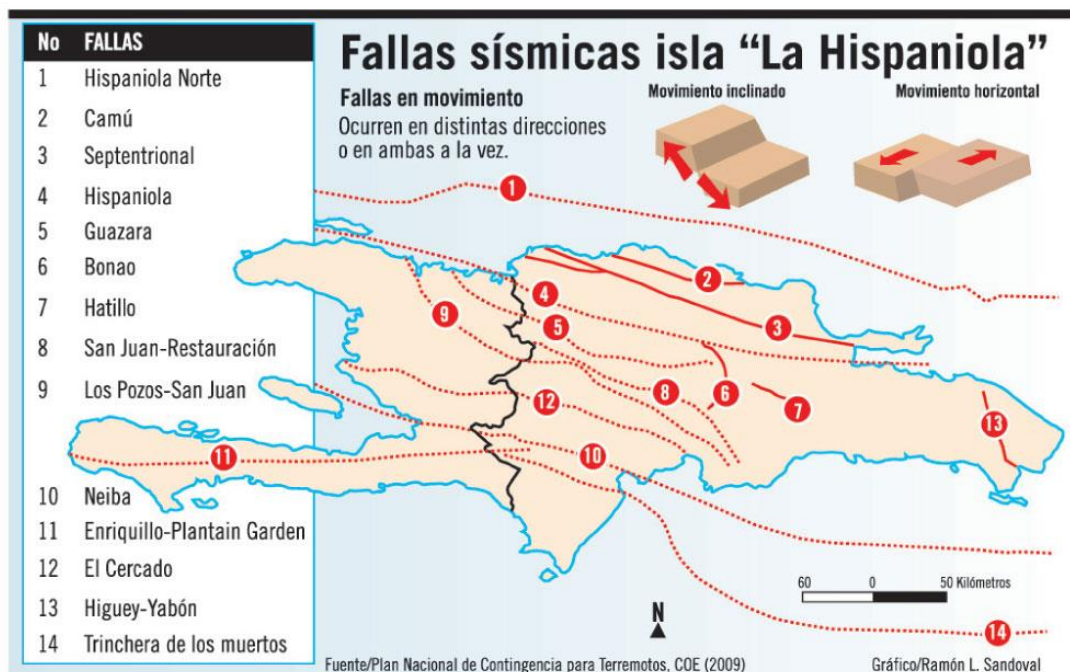


Figura 2.12: 14 fallas sísmicas que afectan a la República Dominicana

Fuente: Disponible en <http://fallastectonicas.blogspot.com/2012/08/blog-post.html>

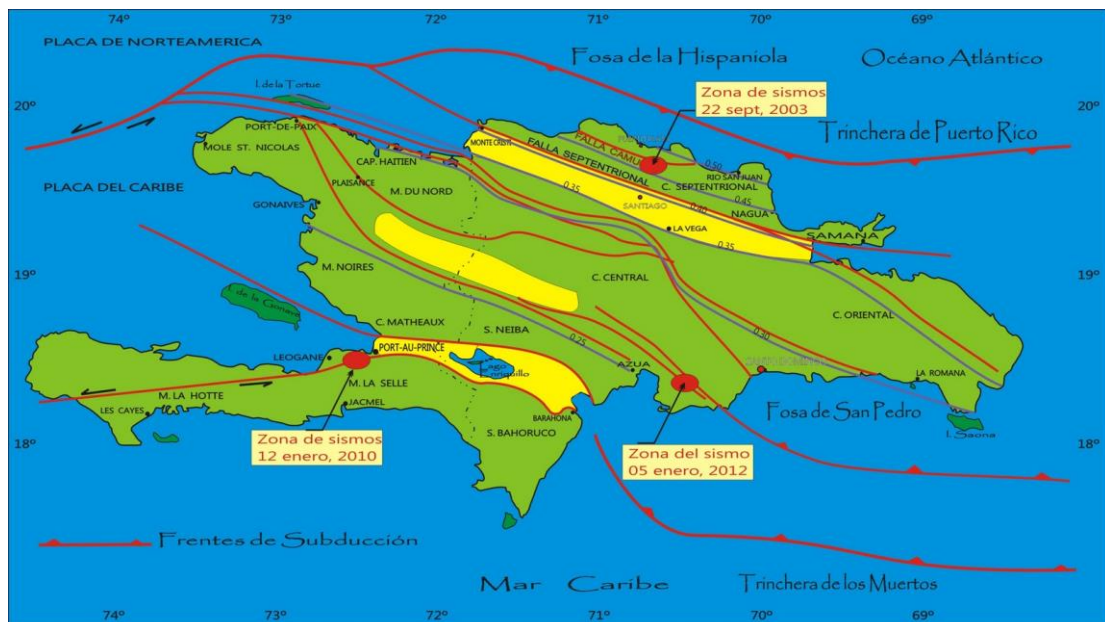
La República Dominicana se encuentra en la interacción de placa tectónica de Norteamérica y la placa tectónica del Caribe, estas tienen un comportamiento de subducción pues la placa Norteamericana se hunde por debajo de la placa del Caribe y la levanta. La Falla está a 10 o 15 Kilómetros al norte de Monte Cristi, Puerto Plata y Río San Juan, por este motivo la zona Norte de la isla es considerada la más activa en movimientos sísmicos. No obstante a parte de las fallas o bordes provocado por las Placas Tectónicas principales, también se producen fallas locales por el movimiento de las mismas.

(Mejía, 2012), nos hace una descripción bastante clara de los temblores más importantes y la distribución de las fallas locales:

"La isla Hispaniola... cuenta con un sistema de fallas geológicas activas que atraviesan casi todo el territorio firme y algunas zonas marinas, lo que evidencia una alta sismicidad con probabilidades de ocurrencia de terremotos y maremotos o tsunamis. Desde 2003 hasta septiembre de 2011 se habían registrado un total de 3,586 movimientos telúricos, de los cuales 1,979 tuvieron magnitudes entre 2.4 y 5.4 en la escala de Richter.

Uno de los bloques más importantes por, su actividad sísmica, está al norte del país, con la falla Septentrional que va desde Manzanillo, Monte Cristi, en el Noroeste, hasta Samaná, en el Nordeste, con una longitud de 300 kilómetros. Al Norte también están las fallas Trinchera de Puerto Rico y/o fosa de Milwaukee y La Hispaniola Norte. Ambos grupos ocupan parte del océano Atlántico. A este bloque se suman pequeñas fallas internas que parecen ramas, como las de Bonao, Oriental o de Higüey. Entre los eventos sísmicos más importantes, tanto por su magnitud como

por los daños ocasionados, registrados en este bloque, pero que se sintieron en todo el país, está el ocurrido el 2 de diciembre de 1562, que destruyó Santiago y La vega. Puerto Plata sufrió daños. El 7 de mayo de 1842 un terremoto de 11 grados provocó catástrofes en toda la isla y un maremoto en la costa norte con miles de muertos en Haití y la destrucción de Santiago, Monte Cristi, Mao, La Vega y Cotuí. En el lado oeste de la isla hubo daños severos en Cabo Haitiano, Port de Paix, Fort Liberté y Mole Sant-Nicolás. También hubo daños en Santo Domingo.



Principales lineamientos tectónicos de La Hispaniola y aceleraciones esperadas en caso de un terremoto. (R. Osiris de León, 2012).

Figura 2.13: Principales lineamientos tectónicos de La Hispaniola.

Fuente: Disponible en <http://fallastectonicas.blogspot.com/2012/08/blog-post.html>

En 1897 un sismo de magnitud no precisada afectó severamente a Santiago, Monte Cristi y Puerto Plata, donde se rompió el cable submarino y hubo deslizamientos en las montañas al norte de Santiago. El 4 de agosto de 1946, un temblor de 8.1 produjo daños en todo el país y causó un maremoto en la hoy provincia María Trinidad Sánchez, prácticamente borrando la población pesquera de Matanzas. El 22 de septiembre de 2003 un sismo de 6.5 grados se sintió en todo en el país, provocando el colapso de escuelas y otras edificaciones en Puerto Plata. Bloque del Sur. Penetrando desde la zona Sur del territorio marino haitiano, existen varias fallas importantes, como la Enriquillo-Plantain Garden, la Trinchera de los Muertos, Los Pozos de San Juan, Neiba, Azua, Ocoa hasta llegar a la Fosa de Los Muertos, al sur de Santo Domingo, San Pedro de Macorís y La Romana. Entre los sismos más grandes registrados en este bloque figura uno que en 1614 dañó seriamente a Santo Domingo, con réplicas durante 42 días. En 1673 murieron 24 personas y Santo Domingo fue destruida. Hubo 40 días de réplicas. Con intensidad de 10 grados, el 18 de octubre de 1751 un sismo afectó el sur de la isla, destruyendo la localidad de Azua, con daños severos en El Seibo, Santo Domingo y Puerto Príncipe en Haití. También produjo un maremoto. El 21 de noviembre de 1761 otro terremoto, con intensidad de 9 grados, fue sentido en todo el Sur, entonces Azua fue destruida de nuevo, y hubo daños en Neiba y San Juan. Se sintió en La Vega, Santiago y Cotuí. En octubre de 1911 se registró un sismo de 7 grados al sur de la Cordillera Central, en San Juan de la Maguana. El 4 de diciembre de 1961, un temblor con magnitud de 6.6 también afectó al Sur."

CAP.- III

LA VIVIENDA SOCIAL Y EL SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL

- 3.1 VIVIENDA DE INTERES SOCIAL
- 3.2 SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL



Figura 2.14: Vivienda Social - Tipo I

Fuente: Disponible en <http://www.diariolibre.com/movil/noticias_det.php?id=389281>

3.1. VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL

Las viviendas de interés social, surge en el mundo, en época de la industrialización como una iniciativa para dotar de un habita a la clase obrera, dando paso a un espacio donde vivir mientras realizaban su labor.

La arrabalización de dichos espacios y el surgimiento de una sobrepoblación motivo de la migración del campo a la ciudad, dio partida a una demanda social y habitacional en las ciudades. Esta problemática se convirtió en interés político y responsabilizando al poder gubernamental la solución de dicha preocupación.

Por tal motivo, el poder político cambia el concepto de Vivienda de interés social y se destina a satisfacer las necesidades de viviendas de familias de escaso poder adquisitivo, y así, contribuir al déficit que existe en el mundo, y sobre todo en los países en vía de desarrollo.

La República Dominicana en la Constitución, cap. I, sec. II, Art. 59.- Derecho a la vivienda, sostiene: Toda persona tiene derecho a una vivienda digna con servicios básicos esenciales. El Estado debe fijar las condiciones necesarias para hacer efectivo este derecho y promover planes de viviendas y asentamientos humanos de interés social. El acceso legal a la propiedad inmobiliaria titulada es una prioridad fundamental de las políticas públicas de promoción de vivienda.

Las primeras viviendas sociales en el país son constituidas por el dictador Rafael Leónidas Trujillo quien en 1946 hizo construir el Barrio Mejoramiento Social en la ciudad de Santo Domingo.

(Cott, 2013), sobre el Barrio Mejoramiento Social, "No había una clase obrera que poner ahí, por lo que las viviendas fueron asignadas a personas adeptas al régimen. Eran pequeñas casas aisladas, con diminutos jardines y una serie de condiciones".

El mandato presidencial del Dr. Joaquín Balaguer en sus doce años de gobierno (1966 – 1978), se caracterizó por realizar múltiples proyectos de vivienda sociales. (Cott, 2013) Explica que las viviendas sociales eran edificios de cuatro niveles, una visión totalmente revolucionaria en la República Dominicana, pero que igual que el pasado mandatario no eran para la clase obrera, sino que servían como prebendas políticas de un determinado momento.

En la actualidad este escenario sigue siendo la problemática, y además, no se ha podido cumplir el objetivo de suplir con viviendas al colectivo de estratos social bajo, porque estos no cuentan con los ingresos para poder acceder a ellas. En ese sentido, las familias de ingresos medios terminan siendo los ocupando, y las de recursos bajos creando zonas marginadas.

3.1.1 Entidad gestora

(INVI), sobre nosotros:

El Instituto Nacional de la Vivienda es la Institución rectora y reguladora del sector vivienda del Estado Dominicano. El Instituto fue creado mediante la Ley No. 5892 por el Consejo de Estado el 10 mayo de 1962, con carácter autónomo, sujeto a las prescripciones de esta Ley y a las de los reglamentos que dicta el Poder Ejecutivo como un medio de contribuir a la solución del déficit habitacional existente en el país a través de la construcción de viviendas de interés social.

A partir del 2000, el INVI trabaja conjunto al Banco Nacional de Vivienda (BNV), este último se ocupa de supervisar las asociaciones de Ahorro y Préstamos, de asegurar hipotecas, de emitir sus propios préstamos para la construcción residencial y del desarrollo y la venta de terrenos residenciales. Además, Durante sus 52 años, la institución recibe apoyo de organismos internacionales para el fortalecimiento institucional, sectorial y el financiamiento de proyectos.

3.1.2 Requisitos para la Solicitud de Vivienda

Los interesados deben depositar un dossier con la información necesaria del individuo que aplica: Acta de nacimiento, documento de identidad, acta de matrimonio (si aplica), acta de nacimiento de hijos (opcional), copia contrato alquiler y los últimos tres recibos de pago, certificado de catastro, carta certificada de trabajo. Luego se paga una tarifa en función al proyecto y se llena un formulario. Con esta información el individuo es sometido a investigación y si aplica, recibe el inmueble.

3.2 SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL



Figura 3.1: Bloques de hormigón

Fuente: Disponible en

[http://www.residuosprofesional.com
/wp-co 1Bloques de hormigón](http://www.residuosprofesional.com/wp-co 1Bloques de hormigón)

Antes de explicar en qué consiste en República Dominicana el sistema constructivo tradicional, es importante definir el concepto “bloque de hormigón”.

El bloque o block es un elemento prefabricado, se fabrica a base de cemento, agua y áridos finos y también puede contener o no aditivos.

En el mercado dominicano existen diferentes tipologías, pero predominan en construcción convencional solo tres tipos por sus dimensiones (cm) 10x20x40; 15x20x40; 20x20x40. Los mismos, son huecos para hacerlos más livianos y aislantes termo-acústicos.

La “construcción tradicional” es la tecnología que consiste en la ejecución de mampostería estructural, fábricas de bloques de hormigón con revoques en las caras exterior e interior. La cimentación, la cubierta y los forjados de entresuelos son armados y vaciados en situ con hormigón. Para las redes de instalaciones se quiebra el muro, se inserta y se resana con mortero.

Es un sistema de “Obra húmeda”, y por su simpleza, no necesita mano de obra especializada y como equipos requiere de herramientas manuales.

3.2.1 Elementos del Sistema Constructivo Tradicional

1. Cimentación por Zapatas

Una zapata es un elemento estructural que funciona como cimentación de un pilar, muro, entre otros, tiene la función de transmitir los esfuerzos que recibe al subsuelo. Las dimensiones de este elemento estructural dependen en gran medida a las cargas que incidan sobre ella y los resultados que arrojen los cálculos estructurales. En función a las necesidades del proyecto la zapata podría ser una zapata continua, una viga zapata o una platea de fundación.

Zapata Aislada



Figura 3.2: Imágenes de Zapata Aislada

Fuente: Disponible en

<http://www.conevyt.org.mx/educhamba/guias_emprendizaje/CIMENTACION.pdf>

2. Tabiquería de bloques de hormigón:



Figura 3.3: Tabiquería de bloques

Fuente: Disponible en <<http://construcciononline.com/construcci> 1>

Replanteo de la primera línea de bloques:

- Colocación del bloque guías con junta seca de 1 cm de espesor, preferiblemente en una esquina
- Asentar hormigón para luego colocar los bloques guías.
- Colocación de los hilos de alineación
- Colocación de mortero en las juntas verticales
- Colocación de bloques en el eje horizontal cuidando la nivelación
- Colocación de mortero en las juntas horizontales

3. Forjado y cubiertas



Figura 3.4: Forjado y Cubiertas

Fuente: Disponible en <<http://construcciononline.com/construcci> 2>

- Apuntalamiento y encofrado
- Colocación del acero
- Colocación de las instalaciones
- Vaciado del hormigón
- Curado del hormigón
- Desapuntalamiento y desencofrado

CAP.- IV

SISTEMA CONSTRUCTIVO DE PANELES ESTRUCTURALES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO

- 4.1 HISTORIA / ORIGEN
- 4.2 VIRTUDES DEL SISTEMA
EMMEDUE
- 4.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA
EMMEDUE
- 4.4 ELEMENTOS COMPONENTES
- 4.5 TIPOLOGÍA DE PANELES
EMMEDUE
- 4.6 COMPORTAMIENTO AL FUEGO
- 4.7 ANÁLISIS SISMO-RESISTENTE
- 4.8 PROCESO CONSTRUCTIVO
- 4.9 DETALLES CONSTRUCTIVOS
GENERALES

SISTEMA CONSTRUCTIVO EMMEDUE

4.1 - HISTORIA / ORIGEN

El sistema integrado de construcción EMMEDUE, tiene su origen en Italia en el 1981, fundado y desarrollado por Angelo Candiracci bajo el nombre de MONOLITE ®, pero en 1995 la patente es transformada y adopta el nombre de EMMEDUE (EMMEDUE M. , 2012).

De acuerdo a la Memoria Técnica (EMMEDUE, Memoria Técnica EMMEDUE, 2012, p. 4)

Esta tecnología se produce en 35 plantas industriales en diferentes países de todos los continentes, entre los cuales: Italia, España, Colombia, Irlanda, Portugal, Rusia, Estados Unidos, México, Guatemala, Costa Rica, Panamá, Venezuela, Chile, Argentina, Egipto, Nigeria, Mozambique, Eritrea, Argelia, Arabia Saudita, Iran, Irak, Lybia, Turquía, Filipinas, Malasia, Australia y República Dominicana.

Las plantas industriales instaladas en el mundo utilizan el mismo tipo de maquinarias y tecnología para la producción del sistema, por lo que, el Certificado ISO 9001 alcanza a la totalidad de fábricas operativas y a las futuras a instalarse (EMMEDUE, Memoria Técnica Sistema Constructivo M2, p. 6).

“Entre los diferentes marcas bajo las cuales se conoce esta tecnología en todo el mundo se encuentran: EMMEDUE, MONOLITE, CASSAFORMA, DURAPANEL, EMEKADOS, EMEDOS, CONSNOLITE, POLISUD, TICARED, FRIDULSA, CONCASSAGE” (EMMEDUE M. , 2012).

4.2 - VIRTUDES DEL SISTEMA EMMEDUE

- Alto aislamiento térmico y acústico.
- Sistema liviano: fácil manipulación, transporte y rápida instalación.
- Sismo resistente, resistente a ciclones y alta resistencia estructural.
- Reduce los costos y el tiempo de ejecución.
- Utilización integral de un mismo sistema constructivo.
- Al ser una construcción más ligera, ahorra en cimentación y en elementos estructurales.
- Fácil y rápido montaje de instalaciones eléctricas y sanitarias.
- La continuidad del panel es lograda con una malla interior, no requiere elemento adicional para la unión entre paneles.
- El dimensionado (longitud y espesor) de los paneles puede estar según el pedido.
- Capacidad de producción de hasta 12,000 m² en turno de 8 horas.

4.3 - DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA EMMEDUE

El sistema integral de paneles EMMEDUE, es un sistema constructivo sismo resistente con capacidad estructural. Los componentes que lo conforman son auto-portantes, y además, por las cualidades de los materiales que lo constituyen obtienen otras capacidades como: alta resistencia térmica y acústica, aislamiento hidrófugo y resistencia al fuego. Todas estas virtudes facilitan que el sistema pueda realizar desde una vivienda de interés social hasta edificaciones complejas en altura.

El elemento básico del sistema es el núcleo ondulado de poliestireno expandido (E.P.S), que lleva adosadas en ambas caras una armadura tipo red de acero unidas mediante conectores electro-soldados.

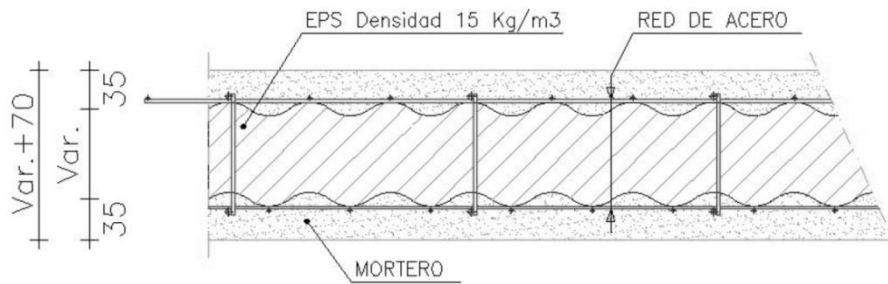


Figura 4.1: Tipología general de los paneles estructurales para cerramiento de muros.

Fuente: EMMEDUE, Memoria Técnica Sistema Constructivo M2

“La disposición de los componentes unidos entre sí materializa los muros exteriores, las tabiquerías, el forjado de entrepiso y las cubiertas (EMMEDUE, Memoria Técnica EMMEDUE, 2012, p. 7)”. Y luego “in situ” son completados mediante la aplicación de mortero de cemento, a través de dispositivos de impulsión neumática. De manera que, los paneles conforman elementos estructurales de cerramiento vertical y horizontal de una edificación, con una capacidad portante que responde a las solicitaciones de su correspondiente cálculo estructural.

El sistema constructivo no es cerrado, porque la modularidad del sistema favorece una absoluta flexibilidad de proyecto y un elevado poder de integración otros sistemas de construcción. Posee simplicidad de montaje, extrema ligereza y facilidad de manipulación del panel.

4.4 - ELEMENTOS COMPONENTES

- Panel Núcleo

El material que conforma el panel núcleo es el poliestireno expandido o de forma abreviada E.P.S, posee espesores que varían entre 40 mm hasta 400 mm, según especificaciones del encargo. La densidad mínima normalmente utilizada es la de Clase III de 15 kg/m^3 y tipo F (auto extingible).

- Malla de acero electro-soldado

Según (EMMEDUE, Memoria Técnica Sistema Constructivo M2, p. 5)

Las mallas son de acero galvanizado de alta resistencia, con tensión última de 700 MPa y están conformadas por barras de diámetro 2.5 mm con una separación media de 6.5 por 6.5 cm en la dirección secundaria.

Las mallas sobresalen 50 mm en caras opuestas, de modo que se solapa entre sí aseguran la continuidad por yuxtaposición de las armaduras, sin necesidad de colocar elementos adicionales de empalme. Para el encuentro entre cerramientos, la continuidad se resuelve mediante las mallas angulares que se suministran a tal fin, siempre satisfaciendo los requerimientos exigidos por la normativa aplicable.

- Revoco de Cemento

Para la proyección del mortero de cemento existen diferentes técnicas, la más común es la de proyección neumática, utilizando una "Hopper gun" que funciona con un compresor de aire. Otras técnicas son utilizando una máquina de proyección continua tipo Turbosol, Puztmaister, Maltech o PFT, esta es de vía húmeda. También se admite la proyección de morteros por la vía seca con gunitadoras convencionales.

La (EMMEDUE, Memoria Técnica EMMEDUE, 2012, p. 8) plantea que

El revoco de mortero rigidiza y le da capacidad monolítico al sistema, logrando así estructuras con altísimo grado de hiperestaticidad por vínculos internos, y además, una muy elevada ductilidad.

La operación de proyección neumática del mortero se realiza en dos fases. La primera que cubre la malla de acero, y la segunda de terminación hasta alcanzar el espesor final necesario de 3 cm según especificaciones.

En planos horizontales o inclinados, como forjados o cubiertas, una vez colocados y unidos los paneles entre sí, se apuntalan y luego del primer proyectado de la cara inferior se procede al colado de la capa de compresión, de 5 cm de espesor de hormigón convencional, según criterio de condiciones estructurales.

Luego de los 14 días de fraguado se remueven los puntales y se continúa completando el acabado de la cara inferior del forjado.

4.5 - TIPOLOGÍA DE PANELES EMMEDUE

A continuación se explica los diferentes componentes de catálogo que posee el sistema EMMEDUE, los relativos campos de uso junto con las características estándares y los accesorios complementarios. Los productos de catálogos que conforman el sistema son: **Panel Simple, Panel Doble, Panel Forjados estructural, Panel Escalera, Panel Descanso escalera**

• PANEL SIMPLE PARA MURO ESTRUCTURAL (PSME)

Panel sismo resistente, se utiliza para muros de cerramientos portantes y para tabiques, lleva adosada una malla de acero electrosoldado, y con un núcleo de E.P.S que varía su espesor entre 4 a 28 cm más el revoco de concreto de 30 mm. En construcciones en altura de 6 niveles, las plantas baja y primera se empleará un panel mínimo de PSME80, con recubrimiento de hormigón proyectado de 4 cm en cada cara (IETcc, 2013).

Se comercializan tres tipos de paneles, los cuales a través de ensayos de laboratorios se han obtenido las características térmicas de muros realizados con esta tecnología, las cuales se presentan en la tabla a continuación:

Tabla 4.1: Características térmicas de algunos tipos de muros estructurales

Fuente: EMMEDUE, Memoria Técnica Sistema Constructivo M2

Tipo de panel	Espesor de la pared terminada (cm)	Transmitancia ($W/m^2\cdot K$)	Resistencia al fuego REI	Índice de aislamiento acústico (dB)
PSME80	15	0.489	120*	45
PSME100	17	0.360	120*	45
PSME120	19	0.300	120*	45

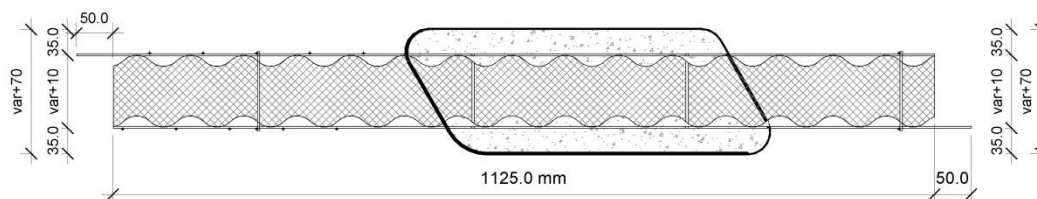
* El C.S.I. de Milano certifica la resistencia al fuego por 120 minutos

A continuación se detallan el panel de mejor prestaciones:

- PANEL PARA MURO ESTRUCTURAL: PSME100**

Tabla 4.2: Panel para muro estructural: PSME100

Fuente: EMMEDUE, Especificaciones Técnicas, 2012, p. 8



Malla de acero galvanizado

Acero longitudinal	Ø 2.5 a 3.50 mm cada 65 mm
Acero Transversal	Ø 2.5 a 3.50 mm cada 65 mm
Acero de conexión	Ø 3.00 mm (cerca 68 unidades por m ²)
Tensión característica de fluencia	$F_{yk} > 600 \text{ N/mm}^2$
Tensión característica de rotura	$F_{tk} > 680 \text{ N/mm}^2$

Características del E.P.S

Densidad de la plancha de E.P.S	15 kg/m ³
Espesor de la plancha de E.P.S	Variable (de 40 a 400 mm)
Espesor de la pared terminada	Variable (espesor EPS + 110 mm)

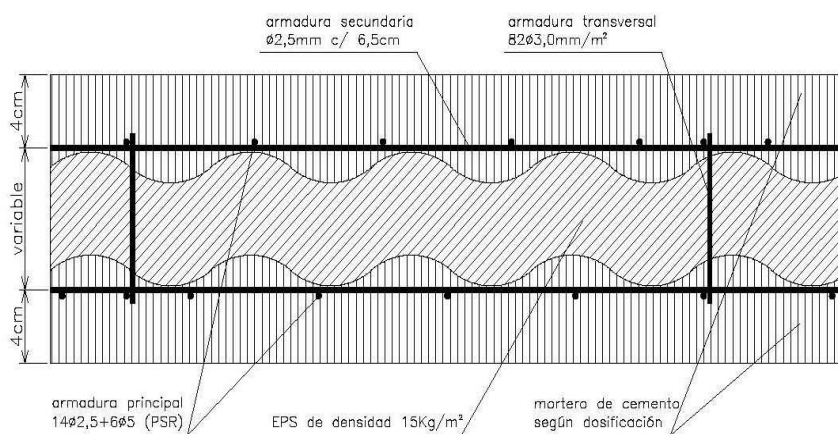


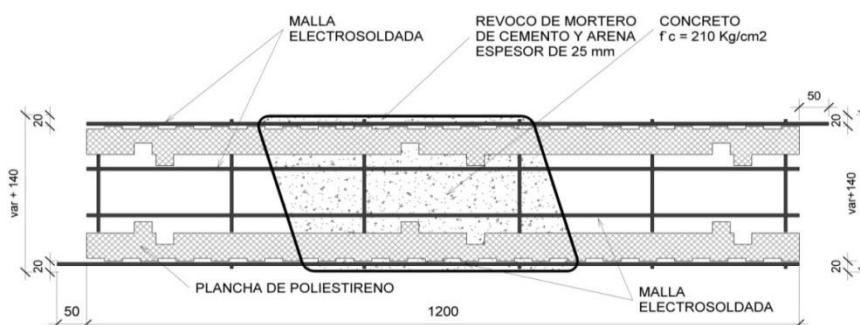
Figura 4.2: Detalle PSME100, para alturas de más de 4 y hasta 6.

• PANEL DOBLE PARA MURO ESTRUCTURAL (PDME)

Panel doble aislante, óptimo para paredes portante de hormigón armado. El panel está constituido por dos paneles simples, unidos entre ellos por medio a dobles conectores horizontales que crean una cámara interior en el panel, así como las características del mismo, se deberán determinar en función a las exigencias estructurales.

Tabla 4.3: Panel Doble para muro Estructural (PDME)

Fuente: EMMEDUE, Especificaciones Técnicas, 2012, pág.11



Malla de acero galvanizado

Acero longitudinal externo	Ø 2.50 mm a 3.50 mm cada 65 mm
Acero Transversal externo	Ø 2.50 mm a 3.50 mm cada 65 mm
Acero de conexión	Ø 3.00 mm (cerca 68 uds por m ²)
Acero longitudinal Interno	Ø 5.00 mm cada 100 mm
Acero Transversal Interno	Ø 5.00 mm cada 260 mm
Tensión característica de fluencia	$f_{yk} > 600 \text{ N/mm}^2$
Tensión característica de rotura	$F_{tk} > 680 \text{ N/mm}^2$
Separación interna entre las dos planchas de poliestireno	Variable, de 80 mm a 200 mm

Características del PDME80

Densidad de la plancha de poliestireno	13 a 25 kg/m ³
Espesor de la plancha de poliestireno	Aproximadamente 50 a 100 mm
Espesor de la pared terminada	Variable

Tabla 4.4: Resistencia de Pared según el tipo de panel utilizado.

Fuente: EMMEDUE, Especificaciones Técnicas, 2012

Tipo de panel	Espesor de la pared terminada (cm)	Transmitancia ($W/m^2 \cdot K$)	Resistencia al fuego REI	Índice de aislamiento acústico (dB)
PSME40	23	0.474	150**	34
PSME80	23	0.474	120*	

** El Instituto Giordano de Rimini, Italia, certifica la resistencia al fuego por 150 minutos

* El CSIRO, Melbourne, Australia certifica la resistencia al fuego por 120 minutos

• PANEL PARA FORJADOS ESTRUCTURALES

Los forjados y las cubiertas se resuelven utilizando estos paneles nervados, los cuales se les colocan en las aberturas aceros de refuerzo adicional de acuerdo a lo que corresponda, y luego posteriormente realizar el vaciado de concreto en la superficie superior y la proyección del revoco de cemento en la superficie inferior.

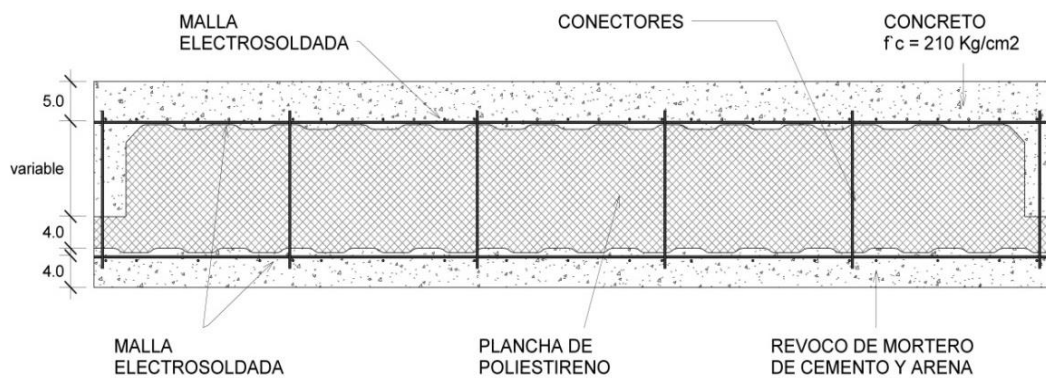


Figura 4.3: Panel forjado con nervadura para armado de viga PL1

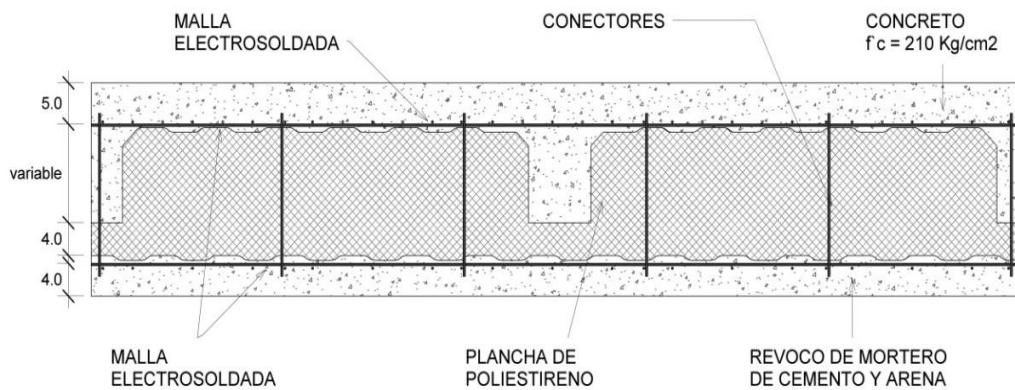


Figura 4.4: Panel forjado con dos nervaduras para armado de viga PL2

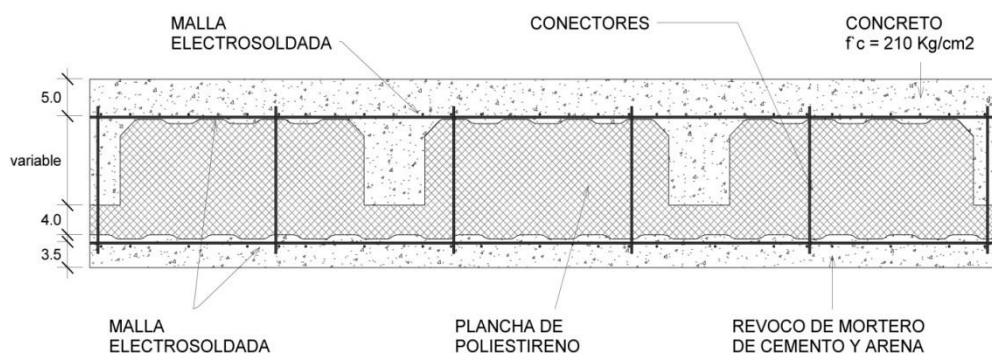


Figura 4.5: Panel forjado con tres nervaduras para armado de viga PL₃

Tabla 4.5: Estructura del Panel para Forjados Estructurales

Fuente: EMMEDUE, Especificaciones Técnicas, 2012

Resistencia mínima a compresión del concreto	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		
Resistencia mínima a compresión del mortero	$f'm = 140 \text{ kg/cm}^2$		
Malla de acero galvanizada	PL1	PL2	PL3
Acero longitudinal	$\varnothing 2.50 \text{ mm a } 3.50 \text{ mm cada } 80 \text{ mm}$		
Acero Transversal	$\varnothing 2.50 \text{ mm a } 3.50 \text{ mm cada } 80 \text{ mm}$		
Acero de conexión	$\varnothing 3.00 \text{ mm (cerca 72 por m}^2\text{)}$		
Tensión característica de fluencia	$f_yk > 600 \text{ N/mm}^2$		
Tensión característica de rotura	$F_{tk} > 680 \text{ N/mm}^2$		

Tabla 4.6: Características del EPS80.

Características del EPS80

Densidad de la plancha de poliestireno	13 Kg/m^3
Coeficiente de aislamiento térmico	$Kt < 0.376 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ (0.281 para conectores de acero inoxidable)
Índice de aislamiento acústico	$I > 38 \text{ dB en } 500 \text{ Hz}$

• PANEL ESCALERA

El componente Escalera está constituido como un bloque de poliestireno expandido, cuyas dimensiones y estructura interior está sujeta a las exigencias proyectadas. El bloque posee unos conductos por donde se inserta el armado de viguetas y luego esos espacios son llenados con hormigón.

Tabla 4.7: Panel de Escalera

Fuente: EMMEDUE, Especificaciones Técnicas, 2012



Figura 4.6: Ilustración Bloque Escalera, (Peru M.)

Bloque de escalera con las viguetas previo al vaciado de hormigón

Malla de acero galvanizado	
Acero Longitudinal	Ø 2.5 mm cada 65 mm
Acero transversal	Ø 2.5 mm cada 65 mm
Acero de conexión	Ø 3.0 mm
Tensión característica de fluencia	$f_{yk} > 600 \text{ N/mm}^2$
Tensión características de rotura	$F_{tk} > 680 \text{ N/mm}^2$

Características del E.P.S

Densidad de la plancha de poliestireno	15 Kg/m ³
Resistencia al fuego REI	120*

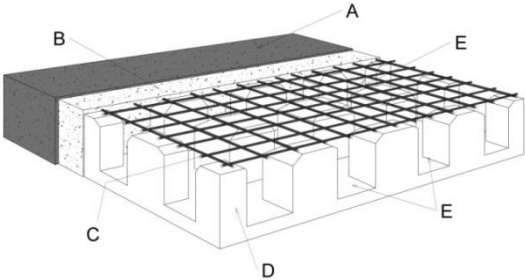
* Universidad Santiago de Chile certifica la resistencia a fuego de 120 minutos

• PANEL DESCANSO ESCALERA

Es un bloque nervado en dos direcciones de poliestireno expandido. La placa se arma con una malla galvanizada electrosoldada y se vacía hormigón hasta rellenar los espacios. Esta característica de nervadura del panel le permite vincular las armaduras de los bloques escalera.

Tabla 4.8: Características técnicas del panel doble para muro estructural

Fuente: EMMEDUE, Especificaciones Técnicas , 2012, p. 11

		<p><u>Leyenda</u></p> <p>A 2da capa de terminación</p> <p>B 1ra capa, mínima de 5 cm o varía según diseño de revoque con mortero proyectado.</p>	
C	Malla galvanizada electrosoldada de 80 x 80 mm x Ø 2.5 a 3.5 mm	D	Núcleo de poliestireno $\geq 15 \text{ kg/m}^3$
E	No. Nervaduras según requerimientos de diseño estructural	F	Conectores de acero galvanizado electrosoldado de Ø 3.0 mm

Malla de acero galvanizado PD₁, PD₂, PD₃ y PD₄

Acero longitudinal	Ø 2.50 mm a 3.50 mm cada 80 mm
Acero Transversal	Ø 2.50 mm a 3.50 mm cada 80 mm
Acero de conexión	Ø 3.00 mm
Tensión característica de fluencia	$f_{yk} > 600 \text{ N/mm}^2$
Tensión característica de rotura	$F_{tk} > 680 \text{ N/mm}^2$

Características del EPS80

Densidad de la plancha de poliestireno	15 kg/m ³
Resistencia al fuego (REI)	120 (Universidad Santiago de Chile, certifica 120 min de REI)

4.6 COMPORTAMIENTO AL FUEGO

El poliestireno expandido (E.P.S) es un plástico celular y por su condición natural es combustible y fácilmente inflamable, sin embargo, existen diversas investigaciones y desarrollos que han fortalecido esa debilidad inherente del material. La Asociación Argentina de Poliestireno Expandido (AAPE) en una investigación sobre el “Comportamiento al fuego del Poliestireno Expandido E.P.S”, en sus conclusiones afirma que “el poliestireno expandido siempre debiera estar protegido por un material de recubrimiento, o totalmente encapsulado”. Este resultado se debe a que el E.P.S para la combustión necesita oxígeno (aproximadamente 150 veces su propio volumen), los paneles de E.P.S con hormigón armado al tener confinado el E.P.S con el revoco se protege de quemarse.



Figura 4.7: Panel E.P.S sin protección, fundición inmediata por ignición.

Fotografía: (J. Avellaneda, 2014)

FIRE SEMINAR 2014:
Seguridad y Protección
contra Incendio

El panel E.P.S con concreto armado utiliza un E.P.S fabricado con aditivos que retardan la llama, se denomina por su calidad “tipo F”; y según la norma DIN 4102 -1 es “Difícilmente inflamable” o “Auto extinguable”, también la norma IRAM 11910-3, lo define como de “Muy baja propagación de llama”. “El panel tipo F se ablanda... a partir de los 110 a 120 °C, pero no es hasta las 230 a 260 °C, donde desprenden gases combustibles por descomposición de la masa fundida” (AAPE, p. 6)



Figura 4.8: Panel E.P.S con concreto armado, fundición del E.P.S y desprendimiento del revoco de hormigón exterior.

Fotografía: (J. Avellaneda, 2014)

FIRE SEMINAR 2014:
Seguridad y Protección
contra Incendio

Los paneles de E.P.S con concreto armado de igual modo se funden si están sometidos a altas temperaturas, es su condición natural, La AAPE de acuerdo a sus estudios afirma “La temperatura umbral de ignición del E.P.S... auto extingible es de 370°C”. El comportamiento normal de la del fuego es propagarse por la superficie expuesta hasta que haya consumido todo el material.

La República Dominicana posee el reglamento R-032, “seguridad y protección contra incendio”, el cual es muy ambivalente y no estudia que características deben tener los cerramientos para mitigar futuros eventos de incendio en las edificaciones, por tal razón, la investigación se apoya en normativas internacionales. El código técnico de la edificación, normativa DB – SI: seguridad en caso de incendio, explica “cerramientos portantes de una vivienda tiene que soportar 60 minutos de carga de fuego”.

El Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc) en la actual renovación del Documento de Idoneidad Técnica (DIT) número 431R-13 de la empresa EMMEDUE, que emplea un sistema de panales estructurales E.P.S con hormigón armado, certifica que los paneles para forjado para cumplir con la norma UNE 23093:1981 (ENSAYO DE LA RESISTENCIA AL FUEGO DE LAS ESTRUCTURAS Y ELEMENTOS DE LA

CONSTRUCCIÓN) debe estar constituido con una capa de recubrimiento de 50 mm de hormigón en la capa superior y 30 mm en la capa inferior con un espesor de enlucido en yeso de 10 mm. Por otro lado, los paneles de muros, con unos recubrimientos de hormigón proyectado de 30 mm en ambas caras y un enlucido de yeso de 10 mm en ambas caras, obteniéndose unos resultados de estabilidad al fuego mayor de 60 minutos, estanquidad al fuego y no emisión de gases inflamables.

4.7 ANÁLISIS SISMO RESISTENTES

Evaluación experimental del Sistema constructivo "M2"

Solicitado por: EMMEDUE (PANECONS S.A., PERÚ)

Ejecutado por: Laboratorio de estructuras, departamento de ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP)

Responsable del Informe: Ing. Ángel San Bartolomé

Fecha: Marzo del 2009

Expediente: INF-LE-350-08

Tabla 4.9: Prueba Sísmica en mesa vibradora del módulo de vivienda

Prueba Sísmica en mesa vibradora del módulo de vivienda	
Descripción	Características
Probeta	Escala natural de 2 pisos con aperturas de ventana en las fachadas laterales y una apertura de puerta en la fachada frontal.
Cimentación	Hormigón armado reforzado
Material Superficie	Integro de paneles EPS + concreto armado
Área	3 x 3 mts (9 mts ²)
Peso	11200 kg ; 11.2 ton
Altura total	4.12 mts, donde el 1er piso tiene una altura nominal de 2.27 y el 2do nivel es de 1.45

Instrumentación

1. Mesa vibradora (1 uds)
2. Acelerómetros (6 uds)
3. LVDT (Transformador diferencial de variación lineal) (7 uds)
4. Medidor de presiones (1 uds)



La evaluación se realizó en cuatro fases, incrementando cada una su magnitud; y los resultados comparandolos con el terremoto más devastador que hubo en Perú en mayo de 1970. Las cuatro fases se clasifican en: Fase 1, sismo leve; Fase 2, sismo moderada; Fase 3, gran intensidad; Fase 4 sismo catastrófico.

El módulo aprobo cada fase de manera satisfactoria, en cada una de las fases se vieron pequeñas fisuras horizontales superficiales, ninguna diagonal y en la última, un desplazamiento de 14 cm. En conclusión, Al finalizar el ensayo, el módulo quedo bastante estable.

4.8– PROCESO CONSTRUCTIVO

Trabajos preliminares

Tabla 4.10: Proceso de Trabajos Preliminares

Fuente: Manual Técnico De Construcción, Sistema Constructivo M2®. Rev. 01, Agosto 2011

ACTIVIDADES	RECOMENDACIONES DE EJECUCIÓN
1 Limpieza del terreno, movimiento de tierra y nivelación del terreno	
2 Almacenamiento de materiales	Los paneles y las mallas metálicas pueden almacenarse en el exterior, pero lo más recomendable es que todos los materiales estén en lugares cubiertos.

Cimentación:

Para la base de fundación se puede utilizar diversos tipos de cimentación, ya sea, una losa de cimentación o vigas corridas, esto dependerá del tipo de suelo. En la provincia de Hato Mayor el suelo es arcilloso, por tal razón, se recomienda la losa de cimentación.

Tabla 4.11: Proceso de Cimentación

Fuente: Manual Técnico De Construcción, Sistema Constructivo M2®. Rev. 01, Agosto 2011




ACTIVIDADES	RECOMENDACIONES DE EJECUCIÓN
1 Replantear el proyecto en el terreno	Utilizar los servicios de un topógrafo.
2 Excavación de la cimentación. (vigas corridas o losas de cimentaciones)	Realizar la excavación siguiendo el diseño estructural; se podría utilizar herramientas convencionales o equipos dependiendo del proyecto.
3 Delimitar y encofrar el perímetro de la superficie de la cimentación	Especificaciones técnica plantean utilizar encofrado de madera de buena calidad o metálicos.
4 Impermeabilizar el suelo, colocar las tubería hidrosanitaria, tubería eléctrica y armaduras de cimentación	

Anclaje de Paneles:

Las esperas se colocan a una separación de 40 cm con disposición zig-zag. La penetración en la cimentación será de 20 cm y deben sobresalir 40 cm para ser atadas a los paneles.

Tabla 4.12: Proceso de Anclaje de Paneles

Fuente: Manual Técnico De Construcción, Sistema Constructivo M2®. Rev. 01, Agosto 2011

ACTIVIDADES	RECOMENDACIONES DE EJECUCIÓN
1 Limpieza de la superficie de cimentación.	
2 Cimbrar las líneas donde se colocarán las varillas de sujeción de los paneles. También marcar la línea de acabado del panel.	
3 Perforar la losa o viga de cimentación para luego colocar las varillas de anclajes	<ul style="list-style-type: none"> Se colocaran los anclajes cuando la losa haya fraguado y haya adquirido la resistencia adecuada. Los anclajes se colocarán ubicados en la parte externa del panel.  
4 Limpiar área de trabajo	



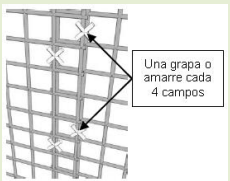

Montaje de paneles para muros y refuerzos:

Para la confección del modelo de edificio social, la primera planta se utiliza un panel estructural PSME100 y para la segunda planta un panel no portante PSME80.

Para las placas de forjados es recomendado que estén apoyados en los cuatros bordes, trabajando bidireccionalmente, y con una luz máxima de 5.0 metros. En el forjado, el espesor de hormigón de la capa de compresión es de 50 mm y el de la capa de recubrimiento inferior es de 30 mm

Tabla 4.13: Montaje de paneles para muros y refuerzos

Fuente: Manual Técnico De Construcción, Sistema Constructivo M2®. Rev. 01, Agosto 2011

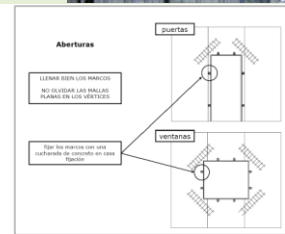
ACTIVIDADES	RECOMENDACIONES DE EJECUCIÓN	
1 Montar paneles	<ul style="list-style-type: none"> Los paneles podrán montarse en el suelo en grupos de 3, 4 o 5 uds. Cortar aperturas para puertas y ventanas. Iniciar la colocación de los paneles en una esquina de la edificación. Adicionar los paneles en los dos sentidos, considerando la verticalidad de las ondas y la correcta superposición de las alas de traslape de las mallas de acero. Amarrar mallas con grapado mecánico o procedimiento manual. Cuando corresponda colocar un panel transversal en cada cruce de paredes para estabilizar el conjunto En dinteles de puertas y ventanas se usan paneles recortados junto a paneles enteros. 	  
2 Aplomar y apuntalamiento de Muros	<ul style="list-style-type: none"> Dar alineación longitudinal Colocar un larguero de adecuada rigidez en función a la longitud del muro y apuntalar a tierra. Colocar malla refuerzo luego de estar estabilizado 	

3 Colocación de ductos para instalaciones

- Se debe instalar los ductos para instalaciones, previo al colocado de mallas de refuerzo

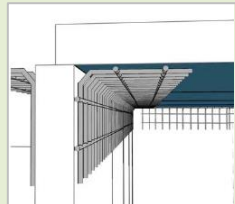


4 Fijación de carpintería

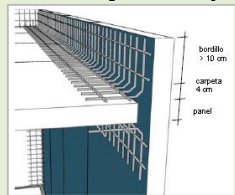


5 Colocar mallas de refuerzo

- Una vez colocadas las mallas de refuerzo angular ya no podrán corregirse las alineaciones y los aplomados de los muros, dada la rigidez que los paneles transversales aportan al sistema.
- Las mallas angulares para placas de losas podrán dejarse en espera
- Cuando son varios niveles las mallas para la continuación de muros vertical de fachadas también pueden dejarse en espera



Montaje del tope



Tabique continuo

6 Realización de los zunchos de atado y encofrado de losas

- No se autorizará al hormigonado de la capa de compresión si no se verifica la correcta ejecución de tales “zunchos”
- El espacio libre deberá ser 60 – 100 mm
- Puede sustituirse la malla angular de vinculación con la capa de compresión con el muro del piso superior mediante barras rectas pasantes desde el piso inferior.



7 Limpiar área de trabajo

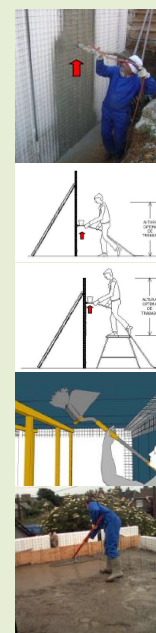
Proyectado de mortero y revocado de paneles para muros

- Garantizar una resistencia a compresión (f_{ck}) $\geq 20 \text{ N/mm}^2$
- Se realiza la aplicación en dos pasadas.

Tabla 4.14: Proyecto de mortero y revocado de paneles para muros

Fuente: Manual Técnico De Construcción, Sistema Constructivo M2®. Rev. 01, Agosto 2011

ACTIVIDADES	RECOMENDACIONES DE EJECUCIÓN
1 Auditoria y documentación	<ul style="list-style-type: none"> • Antes de aplicar el mortero industrial, verificar la correcta colocación de los paneles verificando la alineación y aplomado, las mallas refuerzo • Instalaciones correctas instaladas para evitar las rozas (documentar la conformidad o no conformidad de los aspectos señalados)
2 Preparar el plan de Hormigonado	
3 Preparación del mortero industrial	<ul style="list-style-type: none"> • El mortero debe proceder de fábricas que estén certificadas, • Solicitar la evaluación de la resistencia del mortero. Tiene que presentar resistencia a la rotura a los 28 días, y mayor a 20 MPa • Calibrar la máquina de proyección
4 Limpieza superficie a ser proyectada	
5 Aplicación del mortero Industrial	<ul style="list-style-type: none"> • Ante de la aplicación hacer una prueba previa para conocer la consistencia de la mezcla, como mínimo con un espesor de 3 cm • Proyecta el mortero sobre los paneles en dos capas: la primera en forma lenta, que debe cubrir la malla y alcanzar un espesor de 2 cm, La segunda, completará los 3 cm. • Retirar las guías maestras • Humedecer las paredes • Segunda capa se deberá proyectar unas tres horas después de la primera. El tiempo máximo entre capas no deberá exceder las 8 hrs.



	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecutar el proyectado de abajo hacia arriba, colocando la boca de salida de mortero a una distancia aprox. 10 cm del muro, en proyectado interior varía entre 20 a 50 cm
6	<p>Curar el mortero estructural</p> <ul style="list-style-type: none"> • Humedecer continuamente las paredes, mínimo durante los 4 primeros días luego de proyectado • La secuencia de curado dependerá de las condiciones ambientales de la zona de implantación de las edificaciones.
7	<p>Limpiar área de trabajo</p>

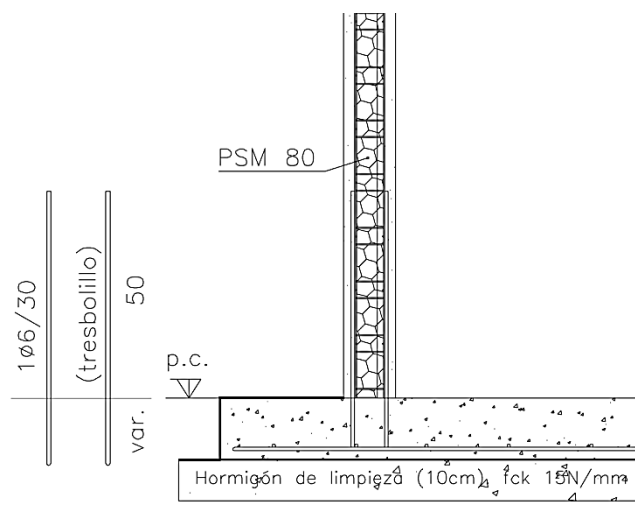
Otros

Tabla 4.15: Proceso de actividades varias

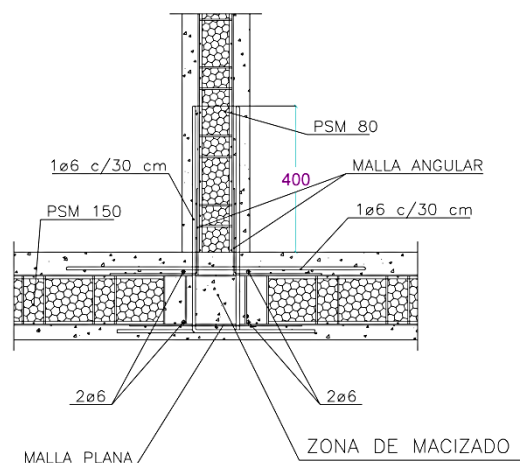
Fuente: Manual Técnico De Construcción, Sistema Constructivo M2®. Rev. 01, Agosto 2011

ACTIVIDADES	RECOMENDACIONES DE EJECUCIÓN
1 Pintura exterior	
2 Pintura interior	
3 Revestimientos de pared	Tanto para pegado como para sellado de juntas de cerámica, se recomienda utilizar materiales pegantes de cerámica tipo “máстик” de base asfáltica o silicona, no cementantes

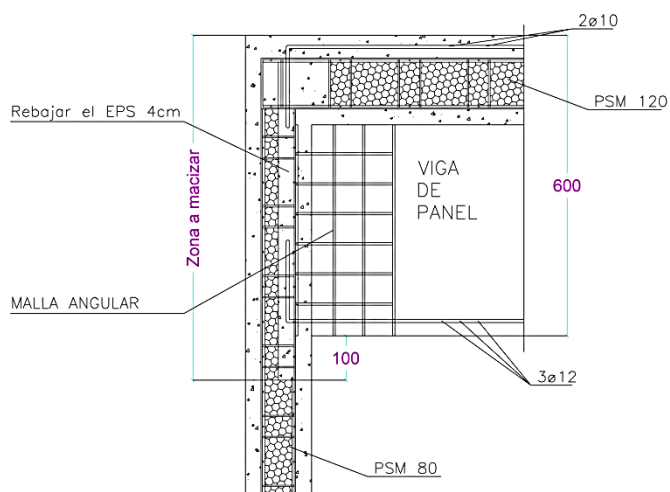
4.9- DETALLES CONSTRUCTIVOS GENERALES



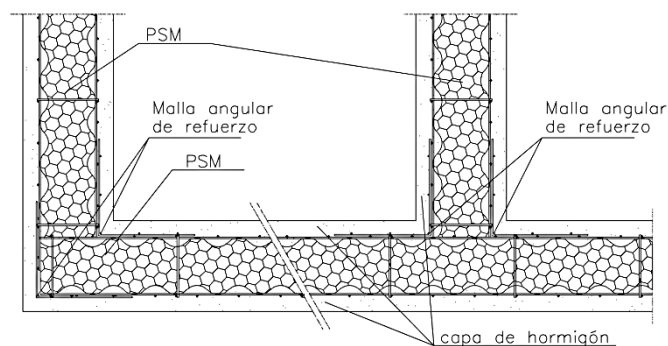
1. Unión a la cimentación



2. Muro actuando como viga



3. Encuentro Viga - Muro



4. Sección Horizontal

Figura 4.9: Detalles Constructivos Generales

Fuente: Manual Técnico De Construcción, Sistema Constructivo M2®. Rev. 01, Agosto 2011

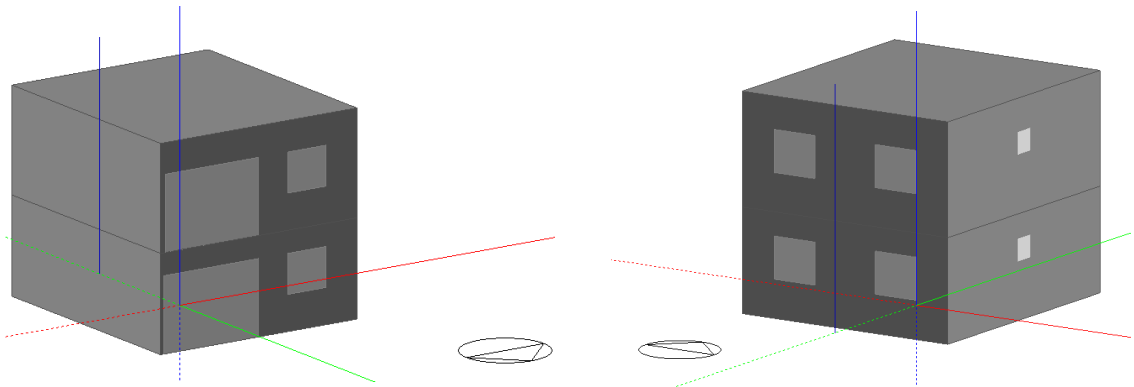
CAP.- V

SIMULACIÓN ENERGÉTICA CON DESIGN BUILDER EN EL MODELO DE VIVIENDA SOCIAL

- 5.1.METODOLOGÍA Y HERRAMIENTA
DE SIMULACIÓN ENERGÉTICA
- 5.2.DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE
VIVIENDA SOCIAL
- 5.3.DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA
- 5.4.SITUACIÓN Y CLIMA
- 5.5.SIMULACIÓN ENERGÉTICA

5.1 - Metodología y Herramienta de Simulación Energética

Para examinar y entender detalladamente el funcionamiento climático del edificio estudiado, se han realizado mediciones energéticas con la plataforma computacional Design Builder. Esta es un avanzado programa gráfico, que a su vez, ha sido desarrollada para calcular simulaciones de EnergyPlus.



Edificio de estudio simulado en Design Builder.

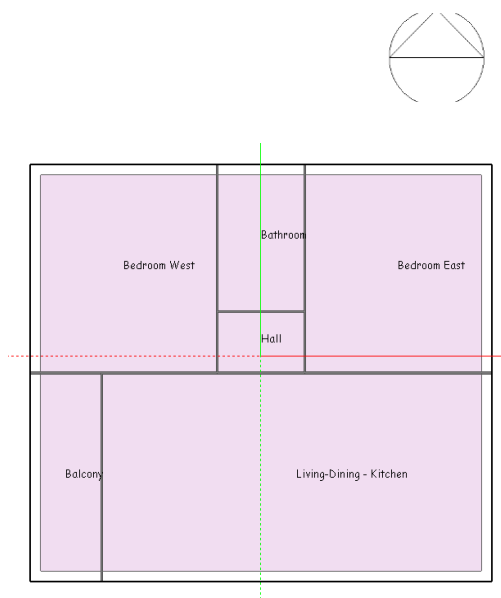
EL Manual de funcionamiento básico de Design Builder define que el programa tiene la capacidad de:

- Realizar cálculo de consumo energéticos de edificios
- Evaluación de fachadas en lo relativo al control del soleamiento
- **Simulación térmica de edificios ventilados naturalmente**
- Modelo de la iluminación natural
- Visualización del sitio y estudios de soleamiento
- Calculo de los equipos de calefacción y refrigeración
- Como auxiliar en la comunicación de objetivos

El programa también ofrece la posibilidad de hacer simulaciones en distintos periodos como: Simulación Anual; en la semana de estudio de invierno/verano; en la semana típica de invierno/verano o todo el invierno/verano. También en intervalos de tiempos varios como: Anual, mensual, diarias y por horas y sub-horas. Para los ensayos se realizarán simulaciones en un periodo anual, porque, la localidad donde se sitúa el experimento varía poco las condiciones climáticas.

5.2 - Descripción del Modelo de Vivienda Social

Este prototipo de edificación social del Instituto Nacional de Vivienda de la República Dominicana consiste en dos bloques rectangulares enfrentados y conectados por un módulo de escaleras tipo T, cada bloque cuenta con 2 pisos y cada piso posee 4 viviendas, alcanzando un total 16 viviendas el conjunto.



Para la simulación se utilizará una vivienda del segundo piso, la cual este expuesta a condiciones de sol en sus cerramientos de fachadas y cubierta.

Otro aspecto, la vivienda se someterá a las condiciones más desfavorables, por tal razón, las habitaciones estarán orientadas Este-Oeste.

PANELES ESTRUCTURALES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO:

Análisis energético en el clima tropical húmedo de Santo Domingo y aplicado a la vivienda social “Caso Sistema EMMEDUE”



Figura 5.1: Área seleccionada del proyecto para realizar simulaciones con Design Builder.

Fuente: Elaboración Propia.

El modelo habitacional está constituido por un acceso/ balcón, un área diáfana donde se desarrollan el estar/comedor/ cocina, un lavabo y dos dormitorios idénticos, para acceder a la vivienda se hace a través de un bloque de escaleras.

El estar/comedor/cocina tiene ventanas en ambos extremos, logrando una ventilación cruzada y los dormitorios y el lavabo, cada uno una sola abertura, permitiendo la renovación del aire por el mismo hueco.

Tabla 5.1: Áreas de la Vivienda Social, Planta 2do Piso

Fuente: Elaboración Propia

Vivienda Social – Planta 2do piso	
Descripción	Superficie útil (m ²)
Acceso	3.0 m ²
Estar/comedor/ cocina	17.0 m ²
Dormitorio I	8.0 m ²
Dormitorio II	8.0 m ²
Lavabo	3.0 m ²
Corredor	1.0 m ²
Superficie útil	40.0 m ²
Superficie construida	41.5 m ²

Diferentes superficies útiles y construidas que conforman la vivienda.

Puertas y Ventanas

Puertas metálicas

La puerta es un panel sándwich formado por una aleación de aluminio y zinc (Zincalum), lisa, pre-pintada de color blanco y con poliuretano inyectado como núcleo. El calibre del acero será de unos 0.55 mm y el espesor total del panel puerta es de unos 4.4 cm. La Puerta cuenta con todos sus accesorios. La transmitancia es de $3.33 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Ventanas Aluminio

La ventana es de tipo lamas pivotantes, de aluminio natural de primera calidad, color blanco, no posee aislamiento. El programa Design Builder no cuenta con este tipo de modelo ventana, por ese motivo, se sustituye la ventana por una ventana corredera de una sola hoja de cristal claro de 2.5 mm de espesor, con carpintería de aluminio aislada con poliuretano inyectado como núcleo. La transmitancia es de $5.894 \text{ W/m}^2\text{K}$.



5.3 - Descripción Constructiva

El prototipo INVI utiliza como tecnología constructiva, un sistema de bloques de hormigón para los cerramientos, y como modulo estructural, columnas y vigas de hormigón

Para la simulación adaptaremos la vivienda con el sistema P.E.P.S.:

- Cerramientos exteriores y particiones interiores: Panel estructural PSME80

El panel tiene un espesor de pared terminada de 15.0 centímetros, de los cuales posee un revestimiento de mortero de 3.5 cm en cada cara y un núcleo de E.P.S. de 8.0 cm.

- Forjado de entrepiso y cubierta : Panel estructural PSME80

El panel del forjado tiene una sección de 17.0 centímetros, donde, la superficie superior es un mortero de 5.0 cm el núcleo de poliestireno de 8.0 cm y una última capa de 4.0 cm de mortero.

5.4 – Situación y Clima

El modelo está ubicado en República Dominicana, concretamente en Santo Domingo, Distrito Nacional, está situado en la latitud de **18° 28' 0" N (18.47)** y longitud de **69° 57' 0" W (-69.90)**, a una elevación de **14 m**. La condición climática de la ciudad está clasificada como muy caliente-húmeda, con una precipitación media anual de **1410 milímetros**.

Tabla 5.2: CONDICIONES ATMOSFÉRICOS Y GEOGRÁFICOS PARA EL DISEÑO - 2013

Fuente: Elaboración Propia.

CONDICIONES ATMOSFÉRICOS Y GEOGRÁFICOS PARA EL DISEÑO - 2013					
ASHRAE Zona Climática	(1A) Muy caliente - húmedo	Clasificación climática Köppen:	AM	Identificación WMO	784860
Meses de verano	21 de junio al 21 de septiembre	Meses de Invierno	21 de diciembre al 21 de febrero		

Periodos	Humedad Relativa	Radiación Solar (W/m ²)	Temperatura de bulbo seco (°C)	Dirección del viento (°)		Presión Atmosférica (Pa)	Velocidad del viento (m/s)
Ene	74.5%	0.417	24.3	Norte	0°	102,099	3.45
Feb	77.7%	0.476	24.2	Norte	0°	101,896	3.35
Mar	72.6%	0.541	24.9	Norte	0°	110,599	3.68
Abr	72.3%	0.570	25.1	Norte	0°	101,794	3.47
May	77.9%	0.555	25.7	Norte	0°	101,794	2.85
Jun	75.7%	0.564	27.2	Norte	0°	101,896	2.66
Jul	80.1%	0.559	26.8	Norte	0°	101,896	3.09
Ago	81.2%	0.531	25.9	Norte	0°	101,794	2.93
Sep	82.2%	0.503	25.8	Norte	0°	101,557	2.91
Oct	82.0%	0.475	25.4	Norte	0°	101,591	2.60
Nov	82.2%	0.424	25.3	Norte	0°	101,591	2.90
Dic	80.9%	0.398	24.5	Norte	0°	101,998	2.97
PROMEDIO ANUAL	78.3%	0.461	25.4			102,542	3.07

5.5 – Simulación Energética

Procedimientos para las simulaciones:

1. Se realizarán dos tipos de pruebas: En la primera se utiliza el prototipo vivienda con el sistema P.E.P.S, y en la segunda, con el sistema bloques de hormigón, ambas simulaciones se ejecutarán idénticas.
2. Se desarrollan sin parámetros activados de iluminación eléctrica, sin climatización mecánica y sin ocupantes. El prototipo solo se beneficia de condiciones de ventilación natural.
3. Se omite realizar mediciones aisladas en época de verano e invierno y se opta por realizar mediciones solo en periodo anual, porque la ciudad posee condiciones climáticas muy constante; no cuenta con altas demanda de calor y frío.
4. Las simulaciones anuales se harán con aberturas completamente abiertas y completamente cerradas, esta última es considerando la larga temporada de precipitaciones que ocurre en la localidad durante los meses de Mayo-Noviembre.
5. Para identificar la eficiencia térmica de ambos sistemas constructivos se realizarán simulaciones al muro oeste y a una porción de la cubierta en un periodo de horas durante un día de verano.

A continuación se ilustran todas las simulaciones desarrolladas en los diferentes casos de estudios:

5.6 - Resultados y Análisis de los Ensayos de Confort Térmico

CASO 1. – SIMULACIÓN ANUAL, PROTOTIPO CON SISTEMA P.E.P.S., 2ª PISO, ABERTURAS 100% ABIERTAS.

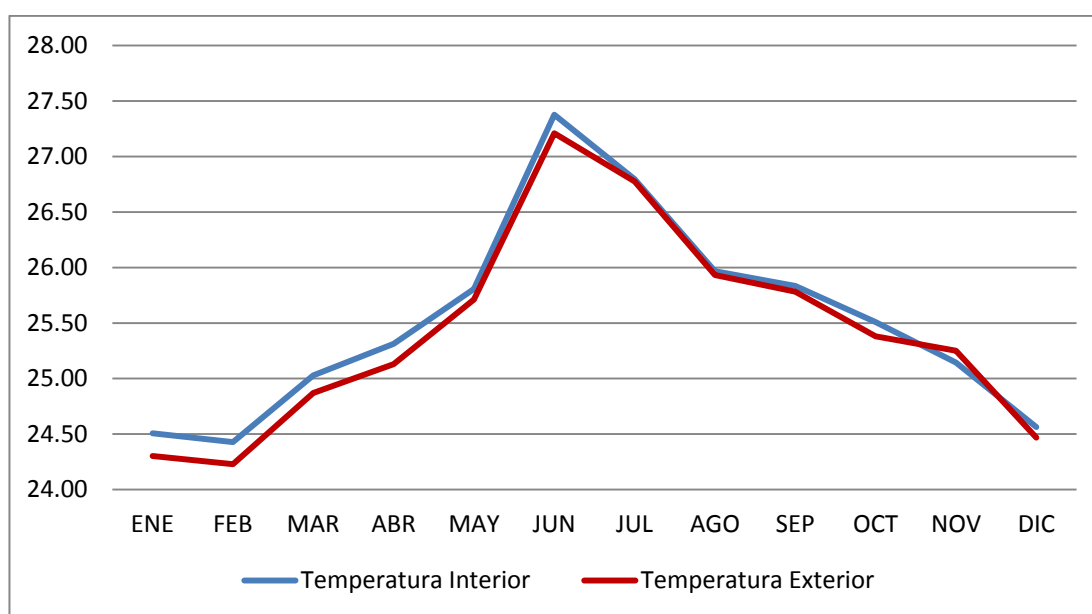


Figura 5.2: Caso 1 - Resultados de simulación – Prototipo con sistema P.E.P.S., completamente abierto

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temperatura Exterior (°C)	24.30	24.23	24.87	25.13	25.71	27.21	26.78	25.93	25.78	25.38	25.25	24.47
Temperatura Interior (°C)	24.51	24.43	25.03	25.31	25.81	27.38	26.80	25.97	25.83	25.51	25.14	24.56
Humedad Relativa (%)	74.51	77.66	72.58	72.92	77.95	75.68	80.12	81.15	82.22	81.96	82.18	80.87
Índice Fanger	0.17	0.17	-0.63	-0.51	-0.51	0.52	0.30	-0.12	-0.17	-0.34	-0.56	0.26

Tabla 5.3: Caso 1 - Resultados de simulación – Temperatura exterior, interior y humedad relativa

En la figura 5.2, podemos observar que la temperatura interior y la temperatura exterior tienen oscilaciones muy parecidas durante todo el año, a medida que va cambiando la temperatura exterior, va teniendo una influencia parecida en el ambiente interior del prototipo.

Con el prototipo abierto se experimentan cambios de temperaturas interiores que van desde una mínima en Febrero con 24.43°C y una máxima en Junio con 27.38°C, durante todo el año no hay grandes cambios en las temperaturas, y todas son favorables.

En el caso de la Humedad Relativa, el ambiente posee niveles de humedad altos con un excedente de 80% en los meses Junio – Diciembre. Esto puede dar paso a sensación de pesadez, es decir, se experimenta cierto porcentaje de disconformidad.

Utilizando el método de Fanger como índice para medir el confort térmico podemos decir que el caso 1 está dentro de los parámetros de “0 Neutro – Confortable”.

CASO 2. – SIMULACIÓN ANUAL, PROTOTIPO CON SISTEMA P.E.P.S., 2ª PISO, ABERTURAS 100% CERRADAS.

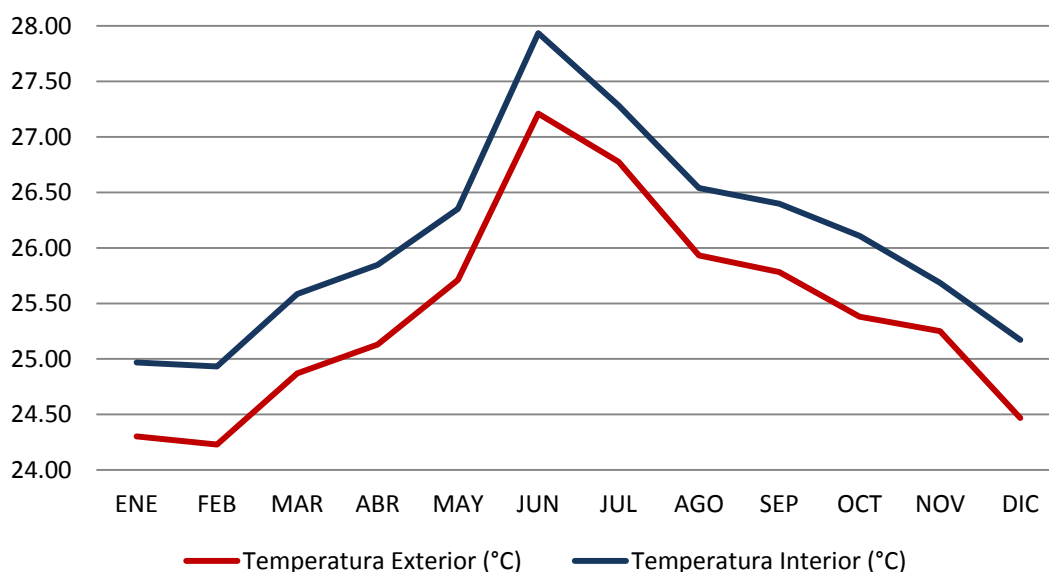


Figura 5.3: Caso 2 - Resultados de simulación – Prototipo con sistema P.E.P.S., completamente cerrado

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temperatura Exterior (°C)	24.30	24.23	24.87	25.13	25.71	27.21	26.78	25.93	25.78	25.38	25.25	24.47
Temperatura Interior (°C)	24.97	24.93	25.59	25.85	26.35	27.93	27.28	26.54	26.40	26.11	25.69	25.17
Humedad Relativa (%)	72.01	75.02	69.77	70.44	75.15	72.92	77.63	78.23	79.30	78.87	79.18	77.59
Índice Fanger	0.29	0.32	-0.41	-0.30	-0.01	0.74	0.49	0.12	0.06	-0.10	-0.35	0.43

Tabla 5.4: Caso 1 - Resultados de simulación – Temperatura exterior, interior y humedad relativa

En la figura 5.3, podemos apreciar que en el prototipo completamente cerrado las oscilaciones de las temperaturas exteriores e interiores tienen también un comportamiento similar, ligero incremento en la temperatura interior con respecto al caso 1 de 2°C, este incremento de la temperatura puede deberse a la falta de corriente de aire que no fluyen por estar cerrado. También el tener las aperturas cerradas no existe renovación del aire interior.

La temperatura interior experimenta su temperatura máxima en Junio con 27.93°C y la temperatura mínima es Febrero con 24.93°C

El índice de Fanger en este caso muestra que la simulación se encuentra dentro de los parámetros de (0 neutral-confortable).

CASO 3. – SIMULACIÓN ANUAL, PROTOTIPO CON MUROS BLOQUES DE HORMIGÓN, 2ª PISO, ABERTURAS 100% ABIERTAS.

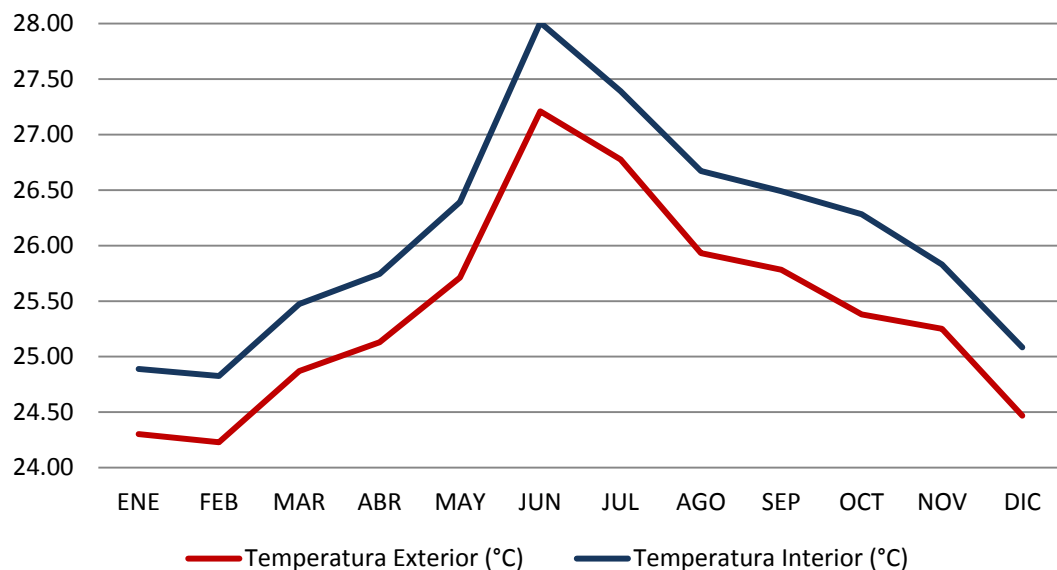


Figura 5.4: Caso 3 - Resultados de simulación - Prototipo con sistema bloques de hormigón, completamente abierto

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temperatura Exterior (°C)	24.30	24.23	24.87	25.13	25.71	27.21	26.78	25.93	25.78	25.38	25.25	24.47
Temperatura Interior (°C)	24.89	24.83	25.47	25.75	26.39	28.01	27.39	26.67	26.49	26.28	25.83	25.08
Humedad Relativa (%)	73.78	76.63	71.30	71.87	75.98	73.84	78.40	78.76	79.81	79.08	79.76	79.20
Índice Fanger	0.96	0.97	0.44	0.54	0.82	1.44	1.26	0.97	0.91	0.82	0.59	1.08

Tabla 5.5: Caso 3 - Resultados de simulación – Temperatura exterior, interior y humedad relativa

En la figura 5.4, El prototipo con el sistema tradicional de bloques de hormigón mantiene una temperatura interior 2°C mayor, con oscilaciones muy similares a la temperatura exterior de cada mes. Al igual que en los casos 1 & 2, el mes de Junio es el de mayor temperatura y Febrero la más baja, la temperatura máxima es de 28.01°C y temperatura inferior de 24.83°C.

Con excepción del mes de Junio, las temperaturas de los otros meses del año rondan los 24 y 27°C, que es una temperatura confortable.

De acuerdo a los índices Fanger el prototipo en este caso tiene valores diversos en donde los meses como Junio, Julio, Diciembre se experimentan sensaciones de +1 (ligeramente caluroso). Existen otros meses como Enero, Febrero, Agosto, Septiembre, Octubre que tienen valores en 0 (confortable), pero están casi rondando un índice de 1.

CASO 4. – SIMULACIÓN ANUAL, PROTOTIPO CON MUROS BLOQUES DE HORMIGÓN, 2ª PISO, ABERTURAS 100% CERRADAS

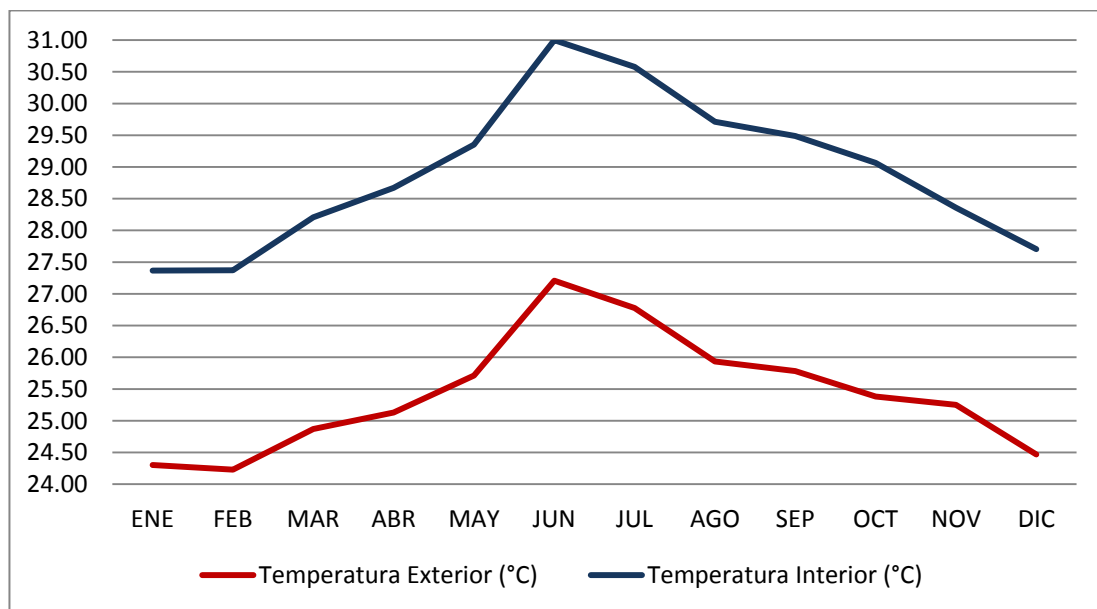


Figura 5.5: Caso 4 - Resultados de simulación – Temperatura & Ganancia de Calor

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temperatura Exterior (°C)	24.30	24.23	24.87	25.13	25.71	27.21	26.78	25.93	25.78	25.38	25.25	24.47
Temperatura Interior (°C)	27.37	27.37	28.21	28.67	29.35	31.00	30.58	29.71	29.49	29.06	28.36	27.70
Humedad Relativa (%)	63.51	65.94	60.66	60.61	64.11	62.12	65.40	66.06	67.19	67.34	68.79	67.60
Índice Fanger	1.42	1.45	1.16	1.34	1.64	2.28	2.15	1.81	1.73	1.56	1.26	1.56

Tabla 5.6: Caso 3 - Resultados de simulación – Temperatura exterior, interior y humedad relativa

En la figura 5.5, podemos observar que en este caso las temperaturas experimentan un salto térmico de 3°C constante casi todo el año. Los meses de Junio y Julio son los meses más caluroso y la temperatura exterior experimenta un salto térmico con respecto la interior de casi 4°C.

La temperatura interior experimenta temperaturas de 27 a 30°C, los meses de más bajas temperaturas son Enero y Febrero con 27.37°C, y los más calurosos son Junio con 31.00°C, y Julio con 30.58°C

En este caso se experimentan los porcentajes más bajos de humedad en el ambiente, pero eso se debe al hecho de que las aperturas están todas cerradas.

Los índices Fanger se encuentran entre los +1 (ligeramente caluroso), y los meses de Junio y Julio +2 (caluroso).

5.7 - Conclusiones de Ensayos de Confort Térmico

1. Comparación CASO 1 versus CASO 2: Ambos escenarios experimentan condiciones similares, durante todo el año las temperaturas interiores oscilan entre 24 a 27°C. El sistema P.E.P.S abierto en junio tiene una temperatura máxima de 27.38°C y en febrero una mínima de 24.43°C, mientras, el cerrado tiene temperaturas ligeramente por debajo con 27.93°C en junio y 24.93°C en febrero. El caso 2 es más desfavorable porque al estar completamente cerrado no existe renovación del aire interior agudizando la posibilidad de experimentar sensación de discomfort.
2. Comparación CASO 3 versus CASO 4: De acuerdo al índice de Fanger, el caso 3 está en el rango de "ligeramente caluroso" con temperaturas máximas en junio de 28.01°C y una mínima en febrero de 24.83°C, mientras que el caso 4 "caluroso" con temperaturas de 31.0°C y 27.37°C. Existe una variedad entre las temperaturas de ambos casos de 3°C.
3. Comparación CASO 1 versus CASO 3: El sistema P.E.P.S contra el sistema tradicional ambos completamente abiertos. El caso 1 manifiesta temperaturas que oscilan entre los 24 y 27°C, mientras que el caso 3 posee temperaturas interiores ligeramente mayores que oscilan entre 24 y 28°C.

De acuerdo al índice de Fanger el caso 1 está dentro del rango "0 neutral – confortable" con rangos que oscilan entre los -0.47 a 0.74; mientras que el caso 3, es más variable porque experimenta índices de ceros en algunos meses y otros +1, teniendo meses "ligeramente caluroso", con rangos entre 0.44 y 1.44.

4. Comparación CASO 2 versus CASO 4: En ambos casos no existe renovación de aire interior, porque ambos sistemas están completamente cerrados. En el caso 2 las temperaturas interiores oscilan los 24 y los 27°C. En el caso 4, las temperaturas internas son menos favorables que el caso 2 con 27 a 31°C, alcanzando entre 3 y 4°C entre cada sistema.
5. Comparando cada uno de los casos entre sí, se determina que el caso que mejor garantiza condiciones de confort en el prototipo de vivienda social en la república dominicana es el CASO 1. La vivienda social adaptada con el sistema de paneles estructurales de poliestireno expandido, completamente abierto.

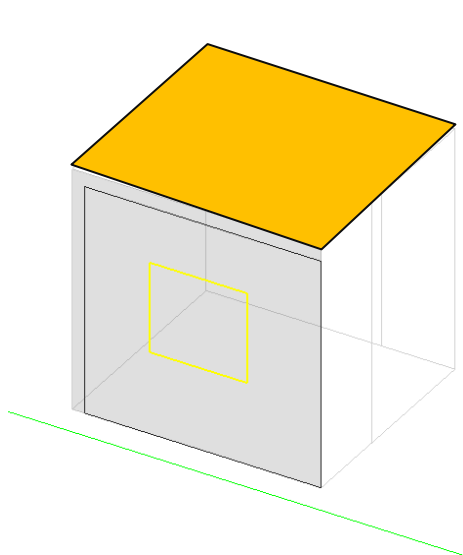
5.8 Ensayos de la eficiencia térmica de las cubiertas

La cubierta es el elemento constructivo que siempre está expuesto a la incidencia del sol durante su trayecto diario. El ensayo pretende medir el comportamiento de la cubierta de cada sistema constructivo (Sistema P.E.P.S y Sistema tradicional).

Para ello se realizarán simulaciones a ambas cubiertas durante un día del año y se estudiarán las oscilaciones del día en un periodo de horas, en la cubierta de la habitación oeste. Para el análisis tenemos dos escenarios:

- **Caso 1:** Sistema P.E.P.S., cubierta, habitación Oeste, 21 de Junio
- **Caso 2:** Sistema cubierta hormigón, habitación Oeste, 21 de Junio.

Fecha: De acuerdo Tabla 5.2, el mes de Junio el día más caluroso en la República Dominicana, con los mayores niveles de radiación solar. La salida sol es a las 6:00 y la puesta a las 19:00 en esta época.



CASO 1. SISTEMA P.E.P.S., CUBIERTA, HABITACIÓN OESTE, 21 DE JUNIO

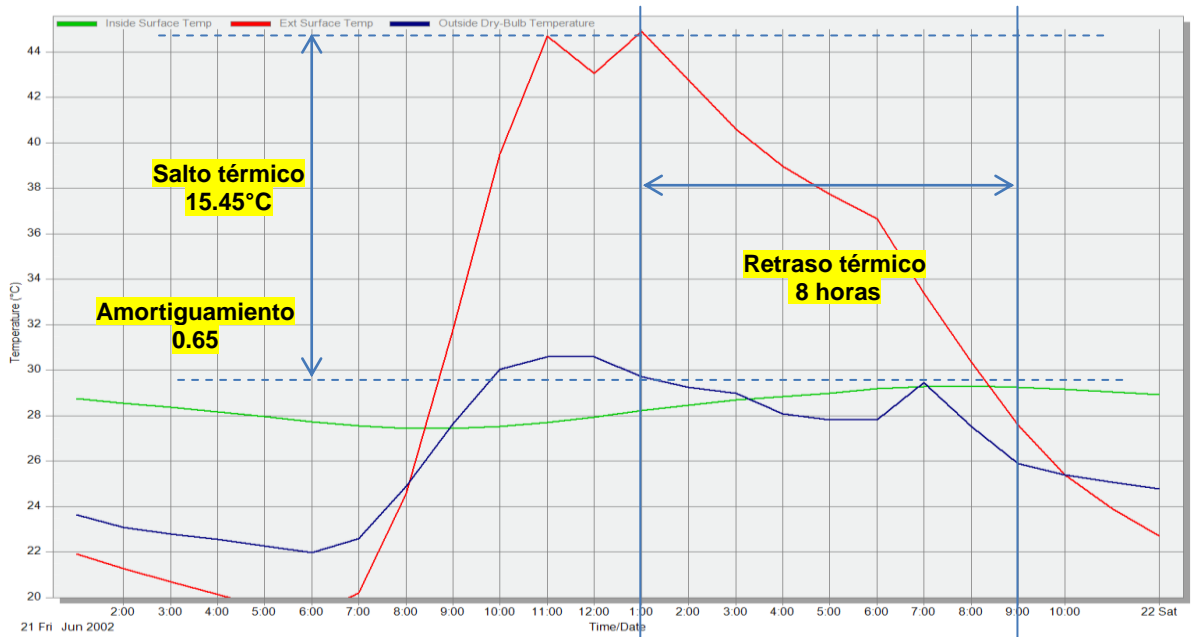


Figura 5.6: Caso 3. SISTEMA P.E.P.S., CUBIERTA, HABITACIÓN OESTE, 21 DE JUNIO

De acuerdo a la figura 5.4. Los paneles para la cubierta del sistema P.E.P.S poseen una buena resistencia al flujo del calor. La superficie exterior alcanza uno de sus puntos más alto a una temperatura de 44.71°C a las 11:00 horas, en ese instante, la superficie interior experimenta temperaturas de 27.70°C .

La transmisión del calor de la superficie exterior a la superficie interior transcurre un tiempo de 8 horas. La superficie exterior experimenta la máxima temperatura de 44.88°C a las 13:00 horas y la superficie interior una temperatura a las 21:00 hrs de 29.43°C .

Las oscilaciones de temperaturas en la superficie interior varían muy poco, entre temperatura máxima y la mínima existe una diferencia de 2°C y es constante.

Horas			
	Temperatura Superficie Interior (°C)	Temperatura Superficie Exterior (°C)	Temperatura Exterior de Bulbo Seco (°C)
01:00	28.74	21.92	23.65
02:00	28.55	21.28	23.08
03:00	28.36	20.68	22.78
04:00	28.16	20.13	22.55
05:00	27.95	19.58	22.28
06:00	27.74	19.21	21.98
07:00	27.55	20.19	22.58
08:00	27.43	24.56	24.90
09:00	27.43	31.79	27.63
10:00	27.53	39.50	30.03
11:00	27.70	44.71	30.60
12:00	27.92	43.06	30.60
13:00	28.22	44.88	29.70
14:00	28.46	42.78	29.25
15:00	28.68	40.61	28.98
16:00	28.85	38.98	28.08
17:00	28.98	37.74	27.80
18:00	29.20	36.66	27.80
19:00	29.28	33.39	29.45
20:00	29.30	30.37	27.53
21:00	29.43	27.58	25.88
22:00	29.37	25.40	25.38
23:00	29.27	23.90	25.08
00:00	29.15	22.71	24.78

Tabla 5.7: Caso 2, temperaturas

CASO 4, SISTEMA CUBIERTA HORMIGÓN, HABITACIÓN OESTE, 21 DE JUNIO

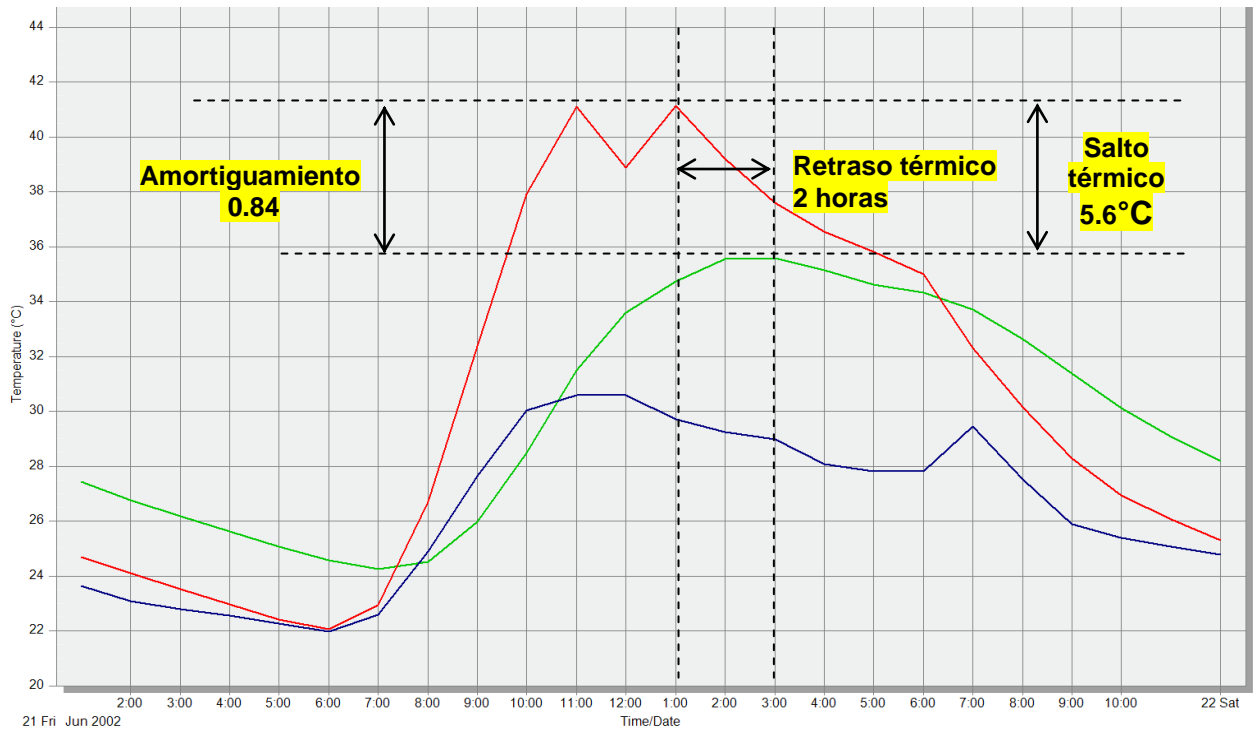


Figura 5.7: Caso 4. SISTEMA P.E.P.S., CUBIERTA, HABITACIÓN OESTE, 21 DE JUNIO

La figura 5.5, muestra que la temperatura exterior posee oscilaciones térmicas varias, su oscilación mayor la alcanza a las 11:00 horas, y en ese momento la superficie exterior tiene una temperatura de 41.13°C, experimentando una ganancia de calor de 10.5°C respecto a la temperatura exterior.

La superficie exterior alcanza nuevamente una temperatura máxima de 41.13°C a las 13:00 horas, mientras que la temperatura de la superficie interior alcanza su máxima temperatura a las 15:00 horas con 35.57°C, ocurriendo de esa manera la transmisión de calor entre superficie en un periodo de 2 horas.

PANELES ESTRUCTURALES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO:

Análisis energético en el clima tropical húmedo de Santo Domingo y aplicado a la vivienda social "Caso Sistema EMMEDUE"

Horas	Temperatura Superficie Interior (°C)	Temperatura Superficie Exterior (°C)	Temperatura Exterior de Bulbo Seco (°C)
01:00	27.43	24.70	23.65
02:00	26.77	24.09	23.08
03:00	26.17	23.51	22.78
04:00	25.61	22.97	22.55
05:00	25.08	22.41	22.28
06:00	24.58	22.05	21.98
07:00	24.24	22.94	22.58
08:00	24.52	26.72	24.90
09:00	25.97	32.38	27.63
10:00	28.50	37.92	30.03
11:00	31.49	41.13	30.60
12:00	33.60	38.87	30.60
13:00	34.73	41.13	29.70
14:00	35.56	39.22	29.25
15:00	35.57	37.59	28.98
16:00	35.15	36.54	28.08
17:00	34.62	35.81	27.80
18:00	34.33	35.01	27.80
19:00	33.70	32.31	29.45
20:00	32.64	30.15	27.53
21:00	31.36	28.27	25.88
22:00	30.12	26.94	25.38
23:00	29.06	26.07	25.08
00:00	28.18	25.31	24.78

Tabla 5.8: Caso 2, temperaturas

5.9 - Conclusiones de ensayos de la Eficiencia del Sistema Constructivo

- La cubierta de paneles estructurales de poliestireno expandido posee mejor resistencia a la transmisión de calor que la cubierta de hormigón. La cubierta del sistema P.E.P.S tiene un retraso térmico de 8 horas, mientras que la cubierta de hormigón solo de 2 horas.
- Semejante a la fachada, el forjado del sistema P.E.P.S muestra buenas virtudes como aislante del calor. De 11:00 a 15:00 de la tarde experimenta temperaturas la superficie exterior que oscilan de las 40.62 a 44.73°C y mantiene una temperatura en la cara interior de 28.38 y 29.50°C. Hay que destacar que en la madrugada (01:00 a 6:00) hay un descenso de temperatura y ella mantiene unos niveles constantes de 28.42 a 29.57°C.

CONCLUSIONES GENERALES

Los resultados de las simulaciones han determinado que de acuerdo a las características climáticas de la Republica Dominicana, las viviendas de interés social deben poseer una temperatura interior que oscile desde los 24 a los 26 grados Celsius para garantizar condiciones de confort térmico.

Los parámetros de confort determinado y los resultados de las comparaciones de los diferentes casos simulados, establecen que el sistema P.E.P.S completamente abierto garantiza mejores condiciones de confort durante casi todo el año. Este establece temperaturas interiores que oscilan entre 24 a 27°C. Posee una media anual de 25.5°C.

Teniendo en cuenta que los parámetros de confort oscilan entre los 24 a 26°C, se deduce que el Sistema P.E.P.S completamente abierto, garantiza mayor ahorro energético fruto de la ventilación mecánica, porque solo la requeriría en los meses de verano correspondiente a junio y julio que exceden las temperaturas de 26 grados, mientras en el caso 2 y 3, de mayo a octubre, y caso 4, todo el año.

Otra de las cuestiones que existía, era que diferencia desde el punto de vista térmico a estos sistemas constructivos. En los ensayos que se realizaron a las cubiertas de ambos sistemas se determinó que el sistema P.E.P.S posee una elevada resistencia térmica y que en el sistema tradicional es una debilidad. Las simulaciones determinan que el sistema P.E.P.S posee un retraso térmico de 8 horas superior al retraso de 2 horas del sistema tradicional.

BIBLIOGRAFÍA

(s.f.).

AAPE. *Comportamiento al fuego del Poliestireno Expandido EPS*.

Cott, A. E. (21 de Junio de 2013). Política habitacional y vivienda social. (D. Libre, Entrevistador)

EMMEDUE. (Junio de 2012). *es.mdue.it*. Recuperado el 14 de Abril de 2014, de http://es.mdue.it/files/2012/06/Especificaciones_tecnicas.pdf

EMMEDUE. (2012). *Memoria Técnica EMMEDUE*.

EMMEDUE. (2012). *Memoria Técnica EMMEDUE*.

EMMEDUE. Memoria Técnica Sistema Constructivo M2. En E. Italia.

EMMEDUE, M. (Junio de 2012). *Mdue Italia*. Recuperado el 3 de Marzo de 2014, de <http://es.mdue.it/compania/30-anos-de-historia/>

EMMEDUE; MALTEZ MONTIEL, Julio. (24 de Enero de 2012). *Calameo*. Recuperado el 3 de Abril de 2014, de <http://www.calameo.com/read/001125671b235492ccc8f>

Expandido, A. A. *Comportamiento al fuego del Poliestireno Expandido EPS*.

IETcc. (2013). *DIT 431R-13*. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, Madrid, España.

INVI, I. N. (s.f.). *invi.gob.do*. Recuperado el 19 de Junio de 2014, de <http://invi.gob.do/SobreelINVI/SobreNosotros.aspx>

MARTINES, N. (18 de Septiembre de 2012). Poliestireno Expandido. *Construcción con Paneles Estructurales de Poliestireno Expandido*. Cartagena, Murcia, España.

Mejía, O. (12 de Enero de 2012). Hay fallas geológicas en toda la isla Hispaniola, por tierra y mar. *Hoy*.

Oficina Nacional de Estadística. (2010). *7mo Boletín del IIX Censo Nacional de Población y Vivienda*. Santo Domingo.

Peru, E. (s.f.). *mdue peru*. Obtenido de <http://www.mdue.pe/img-componentes.jpg>

Peru, M. (s.f.). *mdue.pe*. Obtenido de http://www.mdue.pe/laptops/img_519.jpg

HORMI2 - TEST SISMICO PUCP. <https://www.youtube.com/watch?v=As-f4gbIkY8>